Établi en 1963 par une Loi du Parlement, le **Conseil économique du Canada** est une corporation de la Couronne composée d'un président, de deux directeurs et d'au plus vingt-cinq autres membres, qui sont nommés par le gouverneur en conseil.

Le Conseil est un organisme consultatif indépendant dont le mandat lui enjoint de faire des études, donner des avis et dresser des rapports concernant une grande variété de questions rattachées au développement économique du Canada. Le Conseil est autorisé à entreprendre des études et des enquêtes, de sa propre initiative ou à la demande du Ministre, et à faire rapport de ses activités. Chaque année, il doit préparer et faire publier un exposé sur les perspectives et les problèmes économiques à long et à moyen termes. Il peut aussi faire publier les études et les rapports dont la publication lui semble opportune.

Le président est le directeur général du Conseil; il en surveille les travaux et en dirige le personnel. Les montants requis pour acquitter les dépenses du Conseil sont prélevés sur les crédits que le Parlement vote à cette fin.

En tant que personne morale, le Conseil assume l'entière responsabilité des *Exposés annuels*, ainsi que de certains autres rapports qui sont clairement désignés comme étant des *Rapports du Conseil*. Figurent également au nombre des publications du Conseil, les *Études*, *Documents* et *Comptes rendus de colloques*, qui sont explicitement *attribués à des auteurs particuliers* plutôt qu'au Conseil lui-même. Celui-ci établit une politique générale touchant ces textes, mais c'est au président qu'il incombe de prendre la décision finale de faire publier, sous les auspices du Conseil économique du Canada, les ouvrages à nom d'auteur tels que les études, documents et rapports de colloques. Pour se prononcer sur la qualité, l'exactitude et l'objectivité d'une étude ou d'un document attribué à son auteur, le président est conseillé par les deux directeurs. De plus, dans le cas des *études à nom d'auteur*, le président et les deux directeurs sollicitent l'avis de lecteurs extérieurs spécialisés, qui font un rapport confidentiel sur la qualité de ces ouvrages. Le fait de publier une étude ou un document à nom d'auteur ne signifie pas que le président ou les membres du Conseil souscrivent aux conclusions ou recommandations contenues dans l'ouvrage, mais plutôt que l'analyse est jugée d'une qualité suffisante pour être portée à l'attention du public.

Les dépenses du Canada au titre de la recherche et du développement

Les auteurs

Kristian S. Palda

Né à Prague (Tchécoslovaquie) en 1928; études à l'Université Charles, à l'Université Queen's (B. Comm.) et à l'Université de Chicago (Ph.D.); a enseigné à l'École des Hautes Études Commerciales, à l'Université de l'État de New York (SUNY – Buffalo) et à la Claremont Graduate School (Claremont, Californie); depuis 1970, professeur d'économie des affaires et de marketing à l'Université Queen's; conseiller auprès de nombre de sociétés privées, d'instituts de formation et de gouvernements, tant en Amérique du Nord qu'à l'étranger; a publié de nombreux écrits sur la gestion, le marketing et le comportement du consommateur.

Bohumir Pazderka

Né en Tchécoslovaquie en 1941; études à l'École de science économique de Bratislava (Ing. Econ.) et à l'Université Queen's (Ph.D.); a travaillé comme économiste affecté à la recherche en Tchécoslovaquie; depuis 1974, professeur adjoint à l'École d'administration des affaires de l'Université Queen's; auteur ou co-auteur de nombreux articles sur l'économie de la gestion, la certification professionnelle et la recherche et le développement.

KRISTIAN S. PALDA
BOHUMIR PAZDERKA

Les dépenses du Canada au titre de la recherche et du développement

Une comparaison internationale

Les résultats de cette étude demeurent l'entière responsabilité des auteurs et, en tant que tels, n'ont pas reçu l'adhésion des membres du Conseil économique du Canada.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada, K1A 0S9

N° de catalogue EC 22-107/1982F
ISBN 0-660-90873-5

Canada: $5.95
à l'étranger: $7.15

Prix sujet à changement sans avis préalable

Table des matières

Remerciements vii

1 La pertinence des comparaisons internationales sur l'intensité de la recherche 1

2 La comparaison du niveau global des activités de recherche dans l'économie 7

3 La comparaison de l'intensité de la recherche par secteur 11

4 Un modèle des facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement dans l'industrie 15
Formulation de la fonction recherche et développement 15
Les facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement 16
La concentration industrielle 16
La taille du marché 17
La rentabilité 18
Le fardeau fiscal 19
Le climat d'investissement 20
La propriété étrangère 20
La participation de l'État 22
Le succès obtenu antérieurement dans les activités de recherche et de développement 23
Autres facteurs déterminants 23
Certains problèmes de mesure 26

5 Mesures empiriques et sources de données 29
Définition des variables utilisées dans les régressions 29
Remarques d'ordre général 29
La variable dépendante (*RESINT*) 30
Les variables explicatives 31
Quelques problèmes économétriques 34
Combinaison transversale de séries chronologiques 34
Hétéroscédasticité 34
Autocorrélation 34
Direction de la causalité 35

6 Estimation de la fonction de recherche et de développement pour certaines industries 37

L'industrie du papier 37
L'industrie des produits chimiques 41
L'industrie des produits pharmaceutiques 42
L'industrie du caoutchouc et des plastiques 43
L'industrie des métaux non ferreux 44
L'industrie de la machinerie autre qu'électrique 44
L'industrie de la machinerie électrique 45
Résumé des résultats de régression 46

7 Conclusion **49**
Note sur l'orientation des politiques 50

Appendice – Données ayant servi à l'analyse de régression **59**
La variable *RDNACU* 59
La variable *PRODNACU* 59
Les variables *EXPORTUS* et *IMPORTUS* 59
Les variables *PROFITA*, *PROFITB*, et *INVCLIMB* 60
La variable *INVCLIMA* 60
La variable *CONCEN* 60
La variable *FOROWN* 60
La variable *TAXBURDEN* 65
La variable *SCIBASE* 65
La variable *GOVCONT* 65

Liste des tableaux et figure **67**

Bibliographie **71**

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement un certain nombre de personnes qui nous ont aidé dans nos recherches. Dans la phase initiale du projet, Dennis DeMelto nous a donné des conseils utiles concernant la portée de l'analyse. Neil Swan, Kathy McMullen, Roy Matthews et d'autres participants à un colloque du Conseil économique du Canada ont formulé des commentaires pertinents sur la première ébauche. Trois lecteurs anonymes désignés par le Conseil économique ont fait d'excellentes suggestions concernant la présentation et l'interprétation des résultats de notre étude. Enfin, nos derniers remerciements, mais non les moindres, s'adressent à Jay Hayden pour le soutien compétent qu'elle a fourni à la recherche, à Y. Fabian de la Section des indicateurs sur les sciences et la technologie de l'Organisation de coopération et de développement économiques et à plusieurs personnes du ministère d'État aux Sciences et à la Technologie et du ministère de l'Industrie et du Commerce à Ottawa qui ont mis à notre disposition les statistiques nécessaires.

Il va de soi que nous portons seuls la responsabilité de l'interprétation des résultats empiriques et des opinions exprimées dans la présente étude.

1 La pertinence des comparaisons internationales sur l'intensité de la recherche

Au cours de l'été 1978, le ministre d'État aux Sciences et à la Technologie rendait public un certain nombre de propositions gouvernementales portant sur l'innovation (Buchanan, 1978). Il annonçait par la même occasion que l'objectif prioritaire du Canada était d'intensifier les activités de recherche et de développement pour porter leur niveau à 1,5 % du produit intérieur brut (PIB) d'ici 1983, sans toutefois indiquer les mesures particulières qu'il fallait prendre pour y arriver. En mai 1980, le gouvernement libéral revenu au pouvoir affirmait à nouveau son intention de réaliser cet objectif (Roberts, 1980), qui représentait une hausse considérable par rapport au niveau observé des dépenses en 1977, soit 0,9 %. (Ce rapport de 0,9 % était le plus bas jamais enregistré; le niveau le plus élevé atteint au cours de la période 1963-1977 avait été de 1,3 % en 1967.)

Il est raisonnable d'affirmer que la politique déclarée du gouvernement fédéral visant à relever sensiblement le niveau des activités de recherche dans l'ensemble de l'économie a fait l'objet d'un vaste consensus, situation rarement observée au Canada, et qu'elle est demeurée jusqu'ici le seul objectif clairement énoncé d'une stratégie industrielle fédérale encore en gestation. « Il est universellement admis que les Canadiens n'ont pas suffisamment investi dans la recherche et le développement, surtout dans le secteur industriel », affirmait le nouveau président du Conseil national de recherches dans la publication spéciale de 1980 de cet organisme, *Un investissement urgent* (CNR, 1980); ce thème est repris dans d'autres déclarations faites par des fonctionnaires fédéraux et provinciaux, et il ressort également des éditoriaux parus dans les médias, notamment le compte rendu de Barbara Frum, présenté en décembre 1980 dans le cadre du *CBC Quarterly Report* (Frum, 1980).

Il est donc à prévoir que même une action minimale de la part du gouvernement fédéral en faveur de l'innovation technologique par le biais de la politique industrielle comportera, dans un avenir rapproché, des mesures fiscales et budgétaires visant à élever le rapport entre les dépenses brutes au titre de la recherche et du développement et le produit intérieur brut (le rapport (DBRD/PIB) vers le seuil de 1,5 %. Ainsi, lors de sa dernière intervention à ce sujet en janvier 1981, l'actuel ministre d'État aux Sciences et à la Technologie engageait officiellement le gouvernement à réaliser cet objectif de 1,5 %, mais il reportait de 1983 à 1985 le moment où ce niveau devrait être atteint (Roberts, 1981). (Cette fois, l'objectif était énoncé en termes du rapport entre les dépenses brutes au titre de la recherche et du développement et le produit national brut (PNB), plutôt que le produit intérieur brut. Selon une explication non officielle du ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (MEST), ce changement visait simplement à faciliter les communications avec le grand public.) Un document récent du gouvernement (MEST, 1981, p. 22), révèle que la poursuite de cet objectif coûtera environ un milliard de dollars par année durant plusieurs années aux contribuables, soit quelque 40 dollars par année pour chaque Canadien, hommes, femmes et enfants. L'importance de cette somme nous amène à soulever les questions suivantes. Quels objectifs cette politique doit-elle servir à réaliser ? Pourquoi viser l'objectif de 1,5 % dans le rapport DBRD/PIB ? Comment devrait-on répartir les dépenses entre les secteurs et les entreprises ? Y-a-t-il d'autres moyens d'obtenir le même résultat ?

La présente étude vise principalement à fournir une analyse qui puisse permettre de mieux comprendre les divers points soulevés par la seconde question. De façon plus précise, le rapport actuel entre les dépenses brutes au titre de la recherche et du développement et le produit intérieur brut qui se situe présentement à moins de 1 %, est considéré comme insuffisant en comparaison des niveaux enregistrés dans d'autres pays industrialisés. Nous remettons en question la validité des déclarations voulant que les investissements dans la recherche et le développement soient insuffisants, déclarations qui se fondent sur de simples comparaisons de rapports globaux tels que celui-ci entre deux ou plusieurs pays choisis

au hasard. Le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie a d'ailleurs lui-même soulevé des doutes au sujet de cette façon de procéder, dans l'un de ses documents de référence (MEST, 1978*a*).

Notre but est de présenter une méthodologie qui intègre des renseignements au sujet des caractéristiques économiques des pays faisant l'objet de ces comparaisons et qui fournisse par le fait même un cadre de référence permettant de choisir un rapport DBRD/PIB particulier comme objectif de la politique.

La première question doit toutefois être brièvement abordée puisqu'elle précède logiquement la deuxième. On pourrait la reformuler de façon plus opérationnelle dans les termes suivants : Qu'est-ce qui prouve que le fait de dépenser davantage pour la recherche et le développement conduit à une meilleure performance économique ? Dans le présent contexte, nous entendons par dépenses au titre de la recherche et du développement les diverses mesures de l'intensité de la recherche et du développement tel que le rapport DBRD/PIB ou le rapport entre les dépenses dans une industrie au titre de la recherche et du développement et les ventes de cette industrie. La performance globale de l'économie peut se mesurer par la croissance du PNB, la croissance de la productivité de l'ensemble des facteurs ou celle du facteur main-d'œuvre. Au niveau d'une industrie ou d'une entreprise, les données sur le rendement de l'investissement, les ventes, l'emploi et les ventes à l'étranger servent souvent de critère de performance.

Bien que l'on présume de façon générale que le changement technologique favorise la croissance économique et les gains de productivité, il est largement reconnu que son incidence quantitative est difficile à évaluer et que, de surcroît, le progrès technologique n'est que partiellement attribuable à la recherche et au développement organisés. Il est possible que les estimations obtenues lors des premières études sur ce sujet (Solow, 1957 et Denison, 1962) qui attribuent au changement technologique 90 et 40 %, respectivement, de l'augmentation de la production par habitant aux États-Unis au cours de périodes de quarante et de trente ans soient excessives. Ainsi, Griliches (1973) a estimé que la recherche et le développement organisés dans l'ensemble des secteurs (gouvernement, universités et industrie) avaient contribué approximativement pour un demi point de pourcentage à la croissance du produit national brut aux États-Unis, à la fin des années 60.

Griliches (1979) et Mansfield (1972) ont tous deux étudié en détail les problèmes de conceptualisation, de mesure et d'inférence statistique qui compliquent l'évaluation de l'apport de la recherche et du développement à la croissance et à la productivité tant au niveau global que sectoriel. Au plan conceptuel, la question la plus complexe à résoudre est celle de la définition et de la portée de la production.

En mesurant la production globale et sa croissance, tâche qui vise en définitive à quantifier les changements dans le niveau de bien-être économique, il est à peu près impossible de saisir certains effets attribuables à l'évolution technologique tel qu'un choix plus vaste de biens et de services ou une meilleure qualité. Par exemple, la mise au point de nouvelles drogues n'a pas d'effet sensible sur le taux de croissance. La majeure partie de la recherche financée ou réalisée par le gouvernement touche les secteurs de la défense et de la santé; une amélioration de l'efficience dans le secteur de la défense n'est pas reflétée dans le PNB puisque le produit du secteur public est évalué au prix coûtant. De meilleures conditions de santé peuvent même entraîner un déclin de la prodution brute en raison de la diminution de la demande pour les installations médicales. Comme le souligne Griliches (1979), il est probable que les questions reliées aux changements de qualité se poseront avec plus d'acuité dans les secteurs à fort coefficient de recherche et de développement.

Lorsque l'on cherche à quantifier l'intrant recherche et développement dans une fonction d'efficacité, la plus épineuse question est de concevoir une mesure appropriée pour le « capital » accumulé au titre de la recherche et du développement, dont la majeure partie est constituée de connaissances techniques. Ce sont les services tirés de ce capital qui sont les facteurs pertinents dans le processus de production, et non les dépenses courantes. Ce n'est que récemment qu'on a réussi aux États-Unis à quantifier le capital de recherche ainsi que son taux de dépréciation (Griliches, 1980). Dans le cas du Canada, on peut faire valoir que les définitions statistiques employées par la National Science Foundation et l'Organisation de coopération et de développement économiques pour le secteur de la recherche et du développement organisés tendent à sous-estimer l'importance des activités axées sur le changement technologique. La prospection minière et pétrolière, à laquelle on consacre des sommes très élevées dans notre pays, n'entre pas dans la définition de la recherche et du développement. Il existe peut-être de bonnes raisons pour ne pas inclure les dépenses engagées à ce titre, mais il est certain qu'une meilleure connaissance de l'environnement entraîne une plus grande productivité.

L'expérience du Japon et du Royaume-Uni illustre bien les difficultés que l'on rencontre aux plans conceptuel et analytique pour déterminer les effets de la recherche et du développement sur la performance d'ensemble de l'économie. Depuis quinze ans,

le rapport DBRD/PIB au Japon est passé de un à deux tiers de celui enregistré au Royaume-Uni. Durant la même période, le taux de croissance économique au Japon a été au moins trois fois plus élevé que celui de la Grande Brétagne. Dans quelle mesure la croissance est-elle attributable au taux d'adoption et de diffusion de la technologie, plutôt qu'aux activités de recherche et de développement axées sur l'innovation. Le Conseil des sciences du Canada (1980, p. 31) est catégorique à ce sujet : « Le succès industriel renversant du Japon n'est pas attribuable à la recherche et au développement ». Dans quelle mesure l'échec du Royaume-Uni à tirer profit de la recherche est-il imputable à l'importance exagérée accordée dans ce pays au financement des industries nucléaires et aérospatiales ? (Freeman, 1979).

Devant ces problèmes, la plupart des chercheurs ont préféré orienter leurs efforts vers l'établissement d'un lien causal entre la recherche et une quelconque mesure du rendement au niveau du secteur ou de l'entreprise, ce qui s'est souvent révélé fructeux. Pour n'en mentionner que trois, l'étude bien connue de Griliches (1964) sur le secteur agricole aux États-Unis a montré que les activités de recherche (et autres activités connexes) des stations agricoles expérimentales constituaient un facteur significatif et important dans la croissance globale de la production. Gruber, Mehta et Vernon (1967) ont démontré que les industries américaines où la recherche représente plus de 10 % de leurs activités sont intervenues pour une très large part des exportations des États-Unis. Dans une étude portant sur un groupe d'entreprises de fabrication de produits chimiques, Minasian (1969) a attribué à la recherche et au développement la plus grande partie de l'augmentation de la valeur ajoutée. Depuis lors, une série d'autres études réalisées surtout aux États-Unis ont généralement fait voir que la recherche et le développement avaient une incidence positive mesurable sur la production et les exportations. Néanmoins, certains points restent à éclaircir avant de pouvoir souscrire pleinement à ces résultats.

Il est reconnu que toute tentative en vue de faire un rapprochement entre l'apport des activités de recherche et de développement dans une industrie ou une entreprise et la production correspondante est sujette à des erreurs de mesure. Le plus souvent, nous ne disposons d'aucune estimation au sujet de la contribution indirecte provenant des connaissances acquises dans d'autres industries ou entreprises. Au Canada, le vaste secteur sous contrôle étranger bénéficie d'un apport « invisible » important au chapitre des connaissances associées à la recherche et au développement, avantage obtenu sans frais ou presque des sièges sociaux établis dans d'autres pays (MEST, 1978b).

Dans les études statistiques qui utilisent l'entreprise comme unité d'observation, il arrive souvent qu'on n'accorde pas suffisamment d'attention à la possibilité qu'une fausse corrélation entre la croissance des ventes et la recherche et le développement masque la véritable relation sous-jacente, soit celle qui existe entre la croissance et la haute qualité de la gestion, cette dernière étant à l'origine d'une forte activité au niveau de la recherche et du développement. Des études (de Woot et Heyvaert, 1979) ont démontré qu'une orientation vers la recherche non soutenue par des politiques de commercialisation et de production efficaces ne permettra pas d'atteindre un niveau de rentabilité satisfaisant. Au contraire, un rapport de cause à effet positif entre la recherche et le développement et le rendement de l'entreprise n'apparaîtra que si les activités de recherche sont guidées par une bonne stratégie de gestion.

Il faut également mentionner qu'aucune étude économétrique menée au Canada ne fournit de preuve convaincante quant à l'apport de la recherche et du développement à la croissance économique, sauf peut-être dans le secteur des exportations (Hanel, 1976). Plusieurs articles (par exemple celui de Chand, 1978) étayent la thèse de la coexistence de la recherche et de la prospérité industrielle, mais ne démontrent pas un lien causal entre ces deux phénomènes. McFetridge (1977, p. 74) souligne en effet que les économistes doivent encore faire la preuve statistique que le taux de rendement de la recherche et du développement dans le secteur industriel au Canada n'est pas nul. D'après une étude de Globerman (1972), cela est en partie attribuable au manque de données statistiques sur les transferts invisibles en matière de recherche dont nous avons fait état précédemment.

On peut probablement affirmer sans crainte de se tromper que la croissance, les ventes, les exportations et de hauts taux de rendement sont fréquemment associés à des niveaux élevés de dépenses au titre de la recherche, mais qu'un lien causal évident entre la recherche et la performance économique est très difficile à établir. Une politique visant à faire augmenter les dépenses de recherche dans l'industrie peut facilement parvenir à son objectif, c'est-à-dire relever le niveau des ressources consacrées à la recherche, sans toutefois garantir de quelque façon que l'on atteindra le niveau de production souhaité. Selon le Conseil des sciences du Canada (1980, p. 28) :

> Toute politique fondée sur l'idée qu'il suffit d'accomplir un effort de R et D pour stimuler le dynamisme de l'industrie n'obtiendra guère de succès, car on observe

plutôt la relation inverse : c'est le dynamisme de l'industrie qui jette les bases indispensables à un effort de R et D couronné de succès. C'est pourquoi, toute politique visant à accroître notre potentiel d'innovation technologique devra s'efforcer de créer un climat favorable à l'industrie.

En abordant la question de l'intervention gouvernementale d'un point de vue différent, nous pouvons nous demander si le fait d'axer le processus d'innovation exclusivement sur la demande ne néglige pas l'effet de l'offre sur ce processus. Selon un auteur (Pavitt, 1979), nous sortons alors de l'univers inspiré de Keynes, où prédominent les politiques relatives à la demande et aux investissements, pour entrer dans celui de Schumpeter, caractérisé par l'effort d'innovation des entrepreneurs qui permet d'ouvrir de nouveaux marchés, comme le fait voir la figure 1-1.

Selon ce nouvel ordre de causalité, une politique gouvernementale orientée vers le financement des activités de recherche et de développement dans le secteur privé pourrait peut-être contribuer à améliorer la performance de l'économie, pourvu que l'effort d'innovation ne soit pas compromis par une mauvaise répartition des ressources dans le choix des entreprises ou des secteurs bénéficiaires.

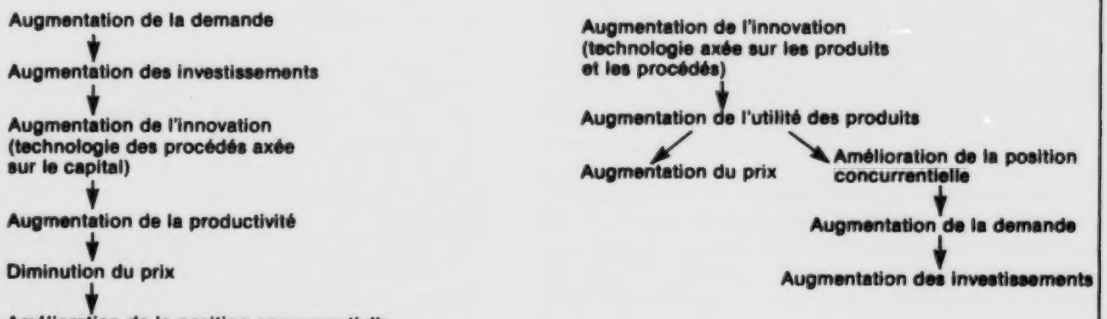
Si l'on admet donc, qu'il est justifié, dans une certaine mesure, que le gouvernement stimule les activités de recherche et de développement, pourquoi l'appui financier de l'État devrait-il s'accroître de manière à atteindre un rapport DBRD/PIB de 1,5 % ?

Au nombre des motifs politiques qui incitent à choisir un rapport d'intensité unique pour l'ensemble de l'économie, au lieu d'un montant précis exprimé en dollars dans chaque secteur d'activité donné, il pourrait y avoir le fait que ce concept est relativement simple, qu'il peut s'avérer un bon instrument de mobilisation et qu'il a l'attrait d'un slogan, bref, qu'il peut nous stimuler à « faire aussi bien que les autres ». Il est toutefois difficile de lui trouver une justification économique.

La comparaison du rapport DBRD/PIB entre les pays n'a que peu d'utilité ou de validité. Pour être valables, les comparaisons globales portant sur

Figure 1-1

Structure causale de l'innovation



SOURCE Pavitt 1979, p. 462.

l'économie dans son ensemble doivent tenir compte des différences structurelles fondamentales entre les pays, dont la plus importante est la composition sectorielle du PIB. Ainsi, le secteur secondaire de la fabrication, où est réalisée la majeure partie de la recherche et du développement industriels, ne représente que 20 % du PIB au Canada contre 40 % en Allemagne de l'Ouest. Parmi les autres facteurs qui peuvent influer sur l'intensité de la recherche dans une économie, il y a la contribution du gouvernement à l'effort de recherche et de développement dans le secteur privé, le fardeau de la défense nationale, la taille de l'économie, et ainsi de suite.

Comme la théorie relative aux facteurs déterminants des dépenses de recherche et de développement au niveau macroéconomique est peu avancée, sinon inexistante, il serait imprudent de s'appuyer sur la série de variables qui doivent être tenues constantes pour rendre acceptables les comparaisons globales portant sur l'intensité de la recherche. Compte tenu de notre ignorance à ce niveau d'agrégation, l'utilité de faire des comparaisons à l'aide du rapport DBRD/PIB est remise en question puisque, dans les circonstances, elles ne peuvent nous éclairer dans le choix de politiques correctrices.

Ces questions sont analysées de façon plus approfondie dans les deux prochains chapitres. Le chapitre 2 est consacré à des comparaisons sous forme de tableaux (et certaines comparaisons corrélationnelles) de l'intensité de la recherche au niveau macroéconomique en regard des variables mentionnées précédemment. Dans le chapitre 3, nous tentons d'établir les dépenses de recherche pour l'ensemble de l'économie à l'aide de données sectorielles sur l'intensité de la recherche, calculées à partir des normes des pays de l'OCDE. La question des transferts invisibles en matière de recherche y est également abordée.

La partie essentielle de la présente étude se trouve toutefois dans les derniers chapitres où l'on procède à des comparaisons du degré d'intensité de la recherche, à partir des industries de fabrication. Nous disposons de certaines données théoriques et empiriques qui permettent de tenter d'établir des comparaisons au niveau de l'industrie. Il est donc possible de concevoir des facteurs déterminants des dépenses pour la recherche et le développement qui s'appliquent spécifiquement à une industrie; leur niveau sera évidemment différent d'une économie à l'autre, mais leur importance pour ce qui est de la recherche et du développement de l'industrie sera à peu près la même dans tous les pays. Au nombre de ces facteurs déterminants peuvent se trouver les transferts de technologie attribuables à la propriété étrangère, l'orientation commerciale, les conditions qui s'appliquent aux brevets, le soutien gouvernemental à la recherche, la profitabilité passée, etc.

S'il était absolument nécessaire de faire des comparaisons au niveau du rapport DBRD/PIB, celles-ci devraient, pour avoir quelque signification, s'appuyer sur une méthode d'agrégation qui part du niveau de l'industrie ou du secteur et qui comporte une analyse (économique) des facteurs déterminants des dépenses de recherche et de développement. La fonction des dépenses de recherche et de développement d'une industrie donnée pourrait être estimée statistiquement à l'aide d'un échantillon de pays membres de l'OCDE présentant des caractéristiques semblables à celles du Canada qui, pour sa part, serait exclu de l'échantillon. Les paramètres estimatifs seraient alors utilisés pour « prévoir » le rapport d'intensité de la recherche et du développement au Canada. L'hypothèse fondamentale qui est à la base de cette procédure et des comparaisons « directes » que l'on fait à l'heure actuelle est que les pays de l'OCDE choisis dans l'échantillon constituent une mesure de référence appropriée. La méthode économétrique permet d'obtenir un ensemble statistiquement contrôlé de facteurs déterminants de la recherche et du développement, d'évaluer la contribution relative de chacun des facteurs et, enfin, d'indiquer aux décisionnaires les mesures qui devraient éventuellement être prises.

Plusieurs approches s'offrent à nous, mais nous avons choisi en premier lieu de faire porter notre recherche sur un nombre restreint d'industries, qui seront étudiées séparément. Dans chaque cas, la base de données servant à l'estimation de la fonction des dépenses de recherche et de développement est constituée d'une série chronologique sur l'industrie étudiée, pour chacun des pays de l'OCDE qui composent l'échantillon. Par exemple, supposons que l'on veuille calculer le niveau des dépenses de recherche et de développement correspondant à la « norme » de l'OCDE au cours de la période 1967-1977 pour l'industrie canadienne des produits chimiques (ou l'industrie des pâtes et papiers, ou encore l'industrie des métaux non ferreux). À cette fin, la meilleure source de données disponible est l'ouvrage intitulé *Année statistique internationale sur la recherche et le développement*, qui est publié par l'OCDE. Les données pertinentes à l'industrie des produits chimiques dans les principaux pays de l'OCDE pourraient alors être compilées pour chacune des années statistiques internationales et cette série servirait ensuite à estimer les paramètres d'une fonction telle que :

$$\$ R \text{ et } D = f \begin{matrix} \text{pays } j \\ \text{année } t \end{matrix} \text{ (succès passé en matière de recherche et de développement; rendement financier; aide gouvernementale; propriété étrangère; etc.)}$$

À partir des paramètres estimés, on calculerait alors le niveau « approprié » de dépenses au titre de la recherche et du développement dans cette industrie au Canada au cours de la même période.

Dans l'étude, nous avons répété cette procédure dans le cas de sept industries. Les chapitres 4 et 5 contiennent un exposé sur le modèle des facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement industriels qui a été employé et sur les données ayant servi à en faire l'estimation, tandis que le chapitre 6 contient une analyse des résultats statistiques. Dans le chapitre 7, nous présentons un résumé de la méthode appliquée et des résultats obtenus, ainsi que des considérations quant à l'utilité de nos constatations au plan de la formulation des politiques. Ces considérations sont le fruit d'une réflexion faite après coup; rappelons que le principal intérêt de la présente étude réside dans la contribution méthodologique que nous avons tenté d'apporter aux fins de la comparaison internationale de l'intensité des activités de recherche.

2 La comparaison du niveau global des activités de recherche dans l'économie

Dans le présent chapitre, nous étayons à l'aide de trois exemples les réserves qui peuvent être soulevées quant à l'emploi du rapport DBRD/PIB aux fins de fixer des objectifs ou d'établir des comparaisons internationales. Cette démonstration n'est pas exhaustive; elle sert plutôt à illustrer notre propos, étant donné qu'il n'existe aucune théorie concernant les facteurs déterminants des dépenses de recherche et de développement au niveau national qui puisse nous guider dans la sélection des variables sur lesquelles fonder les tentatives de comparaison.

De crainte d'être accusés de nous attaquer à un faux problème, citons d'abord un extrait d'un discours ministériel prononcé en janvier 1981, dans lequel sont formellement énoncés les objectifs de la politique du gouvernement en matière d'innovation (Roberts, 1981) :

> Un pays peut cependant être trop dépendant des points de vue scientifique et technologique. C'est la situation du Canada. Nous dépensons moins de 1 % de notre PNB pour la recherche et le développement. Les dépenses brutes de recherche et de développement en matière de sciences naturelles et de génie constituent un élément largement utilisé par la plupart des pays comme indicateur de leurs dépenses de recherche et de développement. La plupart des pays industrialisés dépensent au moins 1,5 % à ce titre, et plusieurs y consacrent 2 %.

La raison la plus évidente pour laquelle il existe des écarts au niveau de l'effort de recherche entre des économies apparemment comparables est qu'elles ont des structures sectorielles différentes, notamment pour ce qui est de la répartition de l'activité économique entre le secteur de la fabrication et les autres secteurs. Les différences structurelles semblent devoir jouer un rôle si important à cet égard que nous avons consacré un chapitre à la question (le chapitre 3). Notre analyse se limite ici à ce que nous croyons être trois facteurs de différenciation importants, à savoir la taille du marché intérieur, les responsabilités en matière de défense et le financement de la recherche et du développement par le gouvernement. Pour faire des comparaisons transversales, nous avons choisi entre 13 et 15 pays industrialisés de l'OCDE, en prenant les données de 1971 et 1977 (soit les plus récentes, sauf pour l'Autriche et le Royaume-Uni, pays pour lesquels les données manquaient).

La première colonne des tableaux 2-1 et 2-2 contient la liste des 13 ou 14 pays de l'OCDE placés selon l'ordre croissant de la taille de leurs économies en 1971 et 1977, respectivement; la deuxième colonne donne les rapports DBRD/PIB dans chacun des cas. Malgré certaines anomalies évidentes, comme dans le cas du Canada qui bénéficie de transferts invisibles au titre de la recherche et du

Tableau 2-1

Comparaison entre la taille du marché et l'intensité de la recherche, divers pays de l'OCDE, 1971[1]

Pays	PNB	DBRD/PIB	
		Rapport	Rang
	(en millions de dollars É.-U.)	(en pourcentage)	
Finlande	16 663	0,79	13
Norvège	17 662	0,90	11
Autriche	24 178	0,48	14
Danemark	24 656	0,82	12
Belgique	41 006	1,25	8
Suède	47 132	1,49	7
Pays-Bas	54 377	2,08	2
Italie	105 527	0,91	10
Canada	109 912	1,24	9
Royaume-Uni	146 162	1,90	4
France	204 890	1,83	5
Allemagne	285 632	2,06	3
Japon	310 043	1,66	6
États-Unis	1 067 714	2,58	1
		$r_S = 0,80$	

1 Dans le présent tableau et les tableaux qui suivent, l'Australie n'est pas incluse en 1971, tandis que l'Autriche et le Royaume-Uni ne le sont pas en 1977.

SOURCE Dans le présent tableau et les tableaux qui suivent, les données concernant le PNB et la défense proviennent du U.S. Arms Control and Disarmament Agency, (1979) et les données concernant la recherche sont tirées de la publication de l'OCDE, *Année statistique internationale*.

Tableau 2-2

Comparaison entre la taille du marché et l'intensité de la recherche, divers pays de l'OCDE, 1977

Pays	PNB	DBRD/PIB	
		Rapport	Rang
	(en millions de dollars É.-U.)	(en pourcentage)	
Finlande	29 028	1,0	10
Norvège	33 825	1,405	7
Danemark	40 099	0,957	11
Belgique	71 922	1,401	8
Suède	76 092	1,90	4
Pays-Bas	96 788	1,97	3
Australie	104 990	0,888	12
Italie	182 927	0,886	13
Canada	206 250	1,1	9
France	376 899	1,77	5
Allemagne	483 844	2,0	2
Japon	620 032	1,7	6
États-Unis	1 874 402	2,39	1
		$r_S = 0,46$	

SOURCE Voir le tableau 2-1.

développement et celui des Pays-Bas où la société Phillips est à l'origine d'exportations invisible, on a l'impression qu'il existe un rapport positif entre la taille du marché et l'intensité de la recherche, plus clairement cependant en 1971 qu'en 1977. Les coefficients de corrélation de rang de Spearman confirment cette impression au seuil de confiance de 1 % en 1971 et au niveau de 10 % en 1977. À compter de 1977, comme on le sait, le Danemark a fait partie du Marché commun et l'intégration d'autres pays du Marché commun à ce vaste ensemble économique était plus avancée.

Une étude de onze pays faite par l'OCDE (1978) a établi que les trois industries où l'intensité de la recherche est la plus grande sont celles de l'aéronautique, de l'électronique (reliée ou non aux ordinateurs) et des produits pharmaceutiques. Les deux premières reçoivent généralement des fonds considérables pour la recherche à même les budgets de défense; dans certains pays, les gouvernements consacrent en effet un effort substantiel à la recherche dans le secteur de la défense. Afin de jeter un peu de lumière sur cet aspect, nous avons présenté côte à côte les données sur les activités de défense et celles sur les activités de recherche dans les divers pays de l'OCDE en 1971 (tableau 2-3) et en 1977 (tableau 2-4). On constate un rapport positif entre ces deux secteurs d'activité au seuil de confiance de 1 % en 1977 et au seuil de 10 % en 1971. Lorsque le Japon est exclu de l'échantillon de 1971, le coefficient de corrélation de rang devient significatif au seuil de 1 %, ce qui indiquerait que les engagements au titre de la défense ont un rapport avec le niveau de l'intensité de la recherche, toutes autres choses étant égales par ailleurs.

Tableau 2-3

Comparaison entre l'intensité des activités de défense et celle des activités de recherche, divers pays de l'OCDE, 1971

En pourcentage

Pays	Défense/PNB	DBRD/PIB	
	Rapport	Rapport	Rang
Japon	0,9	1,68	6
Autriche	1,0	0,48	14
Finlande	1,4	0,79	13
Canada	2,0	1,24	9
Belgique	2,1	1,25	8
Danemark	2,4	0,82	12
Italie	2,6	0,91	10
France	3,2	1,83	5
Norvège	3,3	0,90	11
Allemagne	3,4	2,06	3
Suède	3,4	1,49	7
Pays-Bas	3,5	2,08	2
Royaume-Uni	4,5	1,90	4
États-Unis	7,5	2,58	1
sans le Japon		$r_S = 0,43$	
		$r_S = 0,86$	

SOURCE Voir le tableau 2-1.

Tableau 2-4

Comparaison entre l'intensité des activités de défense et celle des activités de recherche, divers pays de l'OCDE, 1977

En pourcentage

Pays	Défense/PNB	DBRD/PIB	
	Rapport	Rapport	Rang
Japon	0,9	1,7	6
Finlande	1,5	1,0	10
Canada	1,8	1,1	9
Danemark	2,3	0,957	11
Italie	2,6	0,886	13
Australie	2,9	0,888	12
Belgique	3,1	1,401	8
Norvège	3,1	1,405	7
France	3,2	1,77	5
Allemagne	3,4	2,0	3
Suède	3,4	1,90	4
Pays-Bas	3,6	1,97	2
États-Unis	5,9	2,39	1
		$r_S = 0,74$	

SOURCE Voir le tableau 2-1.

Depuis l'époque de la publication du rapport du comité présidé par le sénateur Lamontagne en 1972, on a l'habitude au Canada de déplorer la proportion relativement élevée des activités de recherche et de développement qui est financée par le gouvernement (MEST, 1978a). Ceci laisserait supposer que le secteur privé ne fait pas sa part dans ce domaine. « Cependant, si on le compare aux autres gouvernements, le gouvernement du Canada ne finance pas une part importante de la recherche et du développement *dans le secteur manufacturier* » (MEST, 1981, p. 16; nous soulignons). Ces deux opinions sont contradictoires et traduisent l'incertitude qui entoure la question du degré d'intervention approprié du secteur public en vue de stimuler les activités de recherche et de développement dans le secteur privé.

Nous ne disposons au Canada que d'une seule étude économétrique sur l'effet stimulateur des subventions à la recherche et au développement (Howe et McFetridge, 1976). Les résultats obtenus à partir d'un échantillon de 81 sociétés canadiennes engagées dans trois industries, soit celles des produits chimiques, du matériel électrique et de la machinerie, sont peu concluants; ainsi, les bénéficiaires de subventions à la recherche et au développement ont augmenté leurs propres dépenses à ce chapitre dans seulement une des trois industries. De toute façon, ces résultats n'ont qu'une valeur indicative puisqu'ils sont fondés sur des données microéconomiques.

Les données présentées aux tableaux 2-5 et 2-6 indiquent une légère corrélation (au seuil de 10 %) en 1971 entre l'intensité globale de la recherche et la proportion des dépenses brutes de recherche et de développement financée par des fonds provenant de sources autres que les entreprises (soit le gouvernement en majeure partie); on ne constate toutefois aucune relation de ce genre en 1977. Un résultat aussi ambigu cadre bien avec notre manque de connaissances dans ce domaine.

Tableau 2-5

Comparaison entre la part des dépenses brutes pour la recherche et le développement provenant de sources autres que les entreprises et l'effort global de recherche, divers pays de l'OCDE, 1971

En pourcentage

Pays	Rapport entre les dépenses de R et D de sources autres que les entreprises et les dépenses brutes de R et D	DBRD/PIB	
		Rapport	Rang
Japon	27	1,66	6
Italie	43	0,91	10
Finlande	43	0,79	13
Autriche	43	0,48	14
Suède	44	1,49	7
Pays-Bas	45	2,08	2
Allemagne	45	2,08	3
Belgique	50	1,25	8
Danemark	53	0,82	12
Royaume-Uni	57	1,90	4
Norvège	59	0,90	11
États-Unis	60	2,58	1
France	64	1,83	5
Canada	71	1,24	9
	$r_S = 0,44$		

SOURCE Voir le tableau 2-1.

Tableau 2-6

Comparaison entre la part des dépenses brutes pour la recherche et le développement de sources autres que les entreprises et l'effort global de recherche, divers pays de l'OCDE, 1977

En pourcentage

Pays	Rapport entre les dépenses de R et D de sources autres que les entreprises et les dépenses brutes de R et D	DBRD/PIB	
		Rapport	Rang
Belgique	32	1,401	8
Suède	40	1,9	4
Japon	42	1,7	6
Allemagne	47	2,0	2
Pays-Bas	48	1,97	3
Finlande	49	1,0	10
Italie	53	0,886	13
Danemark	55	0,957	11
États-Unis	56	2,39	1
France	59	1,77	5
Norvège	64	1,405	7
Canada	69	1,1	9
Australie	76	0,888	12
	$r_S = 0,28$		

SOURCE Voir le tableau 2-1.

En somme, il est raisonnable d'affirmer qu'il est tout aussi risqué de faire des comparaisons à partir d'un seul indicateur dans le secteur de l'innovation que dans tout autre domaine de l'économie. Comme les mesures de corrélation les plus élémentaires révèlent une étroite association entre le rapport DBRD/PIB et les variables relatives à la défense et à la taille de l'économie, il est nécessaire de chercher à élaborer un cadre d'analyse approprié, comportant plusieurs variables (et peut-être plusieurs équations), sur lequel pourront s'appuyer les comparaisons du niveau des activités de recherche dans l'ensemble de l'économie.

3 La comparaison de l'intensité de la recherche par secteur

L'importance de tenir compte des différences structurelles lorsqu'on compare l'effort global de recherche entre les pays ressort clairement du tableau 3-1 présenté dans une des publications du MEST (1978*b*, p. 10). Le total des dépenses engagées au titre de la recherche et du développement dans le secteur des entreprises représente 0,40 % du PIB au Canada, soit moins du tiers du niveau de 1,28 % enregistré en Allemagne de l'Ouest. Cependant, lorsqu'on prend en considération l'importance relative du secteur de la fabrication, qui est responsable de la plus grande partie des activités de recherche et de développement, les dépenses du Canada à ce titre s'élèvent à 2,0 % du PIB, soit presque les deux tiers du niveau de 3,19 % obtenu en Allemagne.

On reconnaît déjà l'existence de foyers de concentration « naturels » des activités de recherche et de développement dans certains secteurs ou groupes d'industries (OCDE, 1978). L'explication la plus vraisemblable de ce phénomène est sans aucun doute reliée aux possibilités technologiques qui s'offrent à un secteur ou à une industrie. Les comparaisons internationales du degré d'intensité de la recherche peuvent par conséquent être un peu plus réalistes si elles sont fondées sur des données moins globales qui permettent de discerner davantage les tendances à la concentration. Dans le cas présent, cependant, notre analyse ne porte que sur les principaux secteurs économiques.

Bien que plusieurs méthodes de comparaison puissent être employées, celle que nous avons choisie comporte principalement deux éléments, à savoir une norme caractéristique pour les pays de l'OCDE et une procédure d'agrégation. Contrairement à l'approche utilisée au tableau 3-1, où l'on compare les rapports enregistrés au Canada et dans les autres pays tels qu'ils figurent dans la dernière colonne, nous calculons des « prévisions hypothétiques » des dépenses du Canada au titre de la recherche pour

Tableau 3-1

Comparaison des dépenses de l'industrie au titre de la recherche et du développement en proportion du produit intérieur brut, divers pays de l'OCDE, 1973

Pays	Dépenses totales des entreprises pour la recherche et le développement	Dépenses de R et D en proportion du PIB	Proportion du PIB attribuable au secteur de la fabrication	Dépenses de R et D en proportion du PIB attribuable au secteur de la fabrication
	(en millions de dollars É.-U.)		(en pourcentage)	
Canada	487	0,40	20	2,00
Australie	361	0,48	21	2,29
Danemark	123	0,47	26	1,81
Finlande	87	0,51	27	1,89
Norvège	82	0,43	22	1,95
Suède	551	1,15	27	4,26
France	2 586	1,09	35	3,14
Allemagne	4 400	1,28	40	3,19
Japon	4 757	1,20	38	3,16
Royaume-Uni	2 083	1,26	27	4,66
États-Unis	20 921	1,61	25	6,45

SOURCE Ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, 1978*b*.

chacun des secteurs et nous additionnons ces résultats pour obtenir une prévision globale portant sur l'ensemble de l'économie canadienne. Le point de référence est la proportion du PIB occupée par le secteur donné dans les pays de l'OCDE, à l'exclusion du Canada. La formule de prévision est dérivée par simple substitution dans l'équation d'identité :

$$\$\,R \text{ et } D_{\text{secteur, CAN}} = \frac{\$\,R \text{ et } D_{\text{secteur, CAN}}}{\$\,PIB_{\text{secteur, CAN}}} \times \frac{\$\,PIB_{\text{secteur, CAN}}}{\$\,PIB_{\text{total, CAN}}} \times PIB_{\text{total, CAN}}$$

Pour calculer l'intensité de la recherche et du développement au Canada qui correspondrait à la composition sectorielle moyenne du PIB dans les pays de l'OCDE, le terme du milieu se trouvant du côté droit de l'équation est remplacé comme suit :

$$\text{Prévision } \$\,R \text{ et } D_{\text{secteur, CAN}} = \frac{\$\,R \text{ et } D_{\text{secteur, CAN}}}{\$\,PIB_{\text{secteur, CAN}}} \times \frac{\$\,PIB_{\text{secteur, OCDE}}}{\$\,PIB_{\text{total, OCDE}}} \times PIB_{\text{total, CAN}}$$

Les résultats sont donnés au tableau 3-2.

Avant d'aller plus loin dans l'interprétation des données du tableau 3-2, nous soulignons encore une fois que notre analyse n'est pas exhaustive et qu'elle a plutôt une valeur illustrative. Une analyse plus approfondie aborderait, par exemple, l'effet dynamique que peut avoir la propriété étrangère sur l'intensité de la recherche à l'intérieur de chaque secteur. Pour ce faire, il faudrait nécessairement disposer de renseignements assez détaillés, par secteur, tant sur la production que sur les dépenses au titre de la recherche selon le type de propriété. Le lien de causalité entre l'intensité de la recherche et du développement et la propriété fait l'objet d'un vif débat. La théorie sur ce point au niveau de l'entreprise est passée en revue au chapitre 4, dans la section traitant de la propriété étrangère.

Si l'on se fie à ces comparaisons, on peut affirmer que le faible rendement du Canada par rapport à celui des pays membres de l'OCDE est moins sérieux que ne le laisse voir habituellement le rapport DBRD/PIB ou les données présentées dans la troisième colonne du tableau 3-1. Le rapport entre les dépenses totales observées et projetées au titre de la recherche et du développement, tel que présenté au tableau 3-2, est ainsi de 79,1 % pour l'année 1973. Lorsqu'on ne tient pas compte de la composition sectorielle du PIB, la comparaison du rapport DBRD/PIB enregistré au Canada cette année-là, soit 1,02 %, et de la moyenne de l'OCDE, qui s'établissait à 1,55 % (pour l'ensemble des pays énumérés dans le tableau 2-1, non compris le Canada), donne un rapport de 65 % seulement. La performance affichée par le Canada, inférieure à la moyenne, peut facilement s'expliquer par le niveau des dépenses de recherche et de développement déclarées par le

Tableau 3-2

Dépenses projetées et observées pour la recherche et le développement au Canada, par secteur, 1971, 1973 et 1975

En millions de dollars canadiens

	1971		1973		1975	
Secteur	Dépenses prévues	Dépenses observées	Dépenses prévues	Dépenses observées	Dépenses prévues	Dépenses observées
Agriculture	..	..	110,5	103,3	124,7	125,5
Mines	8,2	18,3	8,6	25,7	19,1	41,2
Fabrication	501,6	354,7	579,6	410,7	785,3	571,4
Secteur tertiaire	57,6	62,8	45,0	48,9	74,8	79,7
Total	567,4	435,8	743,7	588,6	1 003,7	820,8

SOURCE Les dépenses «observées» pour la recherche et le développement sont tirées de l'OCDE, *Année statistique internationale*, alors que les dépenses «projetées» ont été calculées à l'aide des formules apparaissant dans le texte.

secteur manufacturier. Ainsi, selon un document de recherche publié récemment par le MEST (1978*b*, p. 1), le secteur intérieur de la recherche et du développement ne constitue qu'une des sources de nouvelles technologies dans la mesure où l'industrie canadienne, largement dominée par des intérêts étrangers, a facilement accès à la recherche et au développement provenant des sociétés mères situées à l'étranger; en grande partie, la recherche et le développement ainsi importés ne sont pas comptabilisés dans les statistiques.

D'après des estimations du MEST, les importations « invisibles » de recherche et de développement se seraient élevées à plus de 500 millions de dollars en 1975 dans le secteur manufacturier. Ce chiffre représente plus que le double de l'écart qui sépare les données observées et les données projetées pour l'ensemble de l'économie en 1975. Si c'était l'accès aux activités axées sur l'innovation plutôt que la « réalisation » de ces activités qui constituait l'élément décisif en matière de politique, le Canada occuperait l'un des premiers rangs sur le plan international. Et il en serait ainsi également pour d'autres pays. Comme le fait remarquer Williams (1973, p. 9) :

> L'Australie, comme le Canada, affiche un pourcentage global de recherche et de développement plus faible que d'autres pays ayant sensiblement le même revenu par habitant. La structure industrielle et le faible pourcentage des dépenses engagées dans le secteur de la défense et l'industrie spatiale n'en sont pas la seule explication. Dans ces deux pays, les industries à caractère scientifique sont dominées par des sociétés étrangères et, par conséquent, ce secteur industriel s'appuie sur les activités de recherche et de développement des sociétés mères. Pour ce qui est de l'Australie, mes calculs indiquent que la recherche et le développement « empruntés » réussissent pratiquement à combler l'écart entre le niveau observé des activités de recherche et de développement dans l'industrie et le niveau qui correspondrait à l'effort de recherche consenti en Angleterre (pondéré pour l'Australie).

4 Un modèle des facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement dans l'industrie

L'emploi du modèle de régression pour faire une comparaison internationale des activités de recherche et de développement dans certaines industries s'accompagne inévitablement d'une étude des facteurs déterminants de l'effort de recherche au niveau de l'entreprise et de l'industrie. Cette méthode d'analyse nous permet de vérifier certaines hypothèses quant aux liens possibles entre l'intensité de la recherche et du développement et divers facteurs inspirés de la théorie économique; les résultats obtenus sont ensuite confrontés aux écrits déjà parus sur le sujet. L'équation de régression que nous avons spécifiée se fonde sur un ensemble de rapports de causalité déjà identifiés dans les recherches passées, ainsi que sur les données empiriques souvent contradictoires qui sont disponibles. Dans la présente étude, la formulation et l'estimation de tels modèles visent bien entendu à mettre au point un instrument permettant de calculer (c'est-à-dire de prévoir), pour un certain nombre d'industries, le niveau d'intensité des activités de recherche et de développement qui serait approprié dans le contexte canadien. C'est ce que nous tentons de faire au chapitre 5.

Le reste du présent chapitre suit l'ordre que voici. Nous débutons par quelques commentaires sur l'approche que nous avons suivie dans la formulation de la fonction d'intensité de la recherche et du développement en faisant ressortir les différences qu'elle présente par rapport aux études publiées antérieurement. Nous passons ensuite en revue la documentation existante sur les facteurs déterminants des dépenses de recherche et de développement, y compris les résultats d'un certain nombre d'études empiriques. Nous nous appliquons à mettre en évidence l'extrême sensibilité des prédictions théoriques par rapport aux hypothèses contenues dans les modèles de comportement de l'entreprise ou de l'industrie, et nous soulignons la nature contradictoire d'un bon nombre de conclusions empiriques. Finalement, nous présentons une liste de certains problèmes d'ordre général qui se posent au moment de mesurer les concepts théoriques pertinents. Un exposé détaillé sur les variables employées dans nos équations de régression, ainsi que sur nos sources de données et les lacunes qu'elles comportent, est présenté dans le chapitre suivant.

Formulation de la fonction recherche et développement

La majorité des études empiriques publiées sur les facteurs déterminants des dépenses au titre de la recherche et du développement s'appuyaient sur des renseignements couvrant un ensemble d'industries (peu importe qu'il s'agisse de données au niveau de l'entreprise ou de l'industrie). Par conséquent, elles ont été confrontées à la difficulté de neutraliser les effets de la variation interindustrielle, dans le cas de facteurs aussi importants que les possibilités technologiques, les différences interindustrielles dans le coût de production des connaissances, l'engagement relatif dans diverses disciplines scientifiques, la répartition de la production entre les biens industriels et les biens de consommation (ou entre biens durables et biens non durables), et ainsi de suite.

La conceptualisation et la mesure de ces facteurs posent un défi gigantesque. Dans l'analyse de régression, on représente ordinairement ces facteurs par des variables auxiliaires ou encore, on fait appel à des techniques plus complexes comme l'analyse factorielle (Shrieves, 1978). Notre base de données renferme des renseignements sur plusieurs industries dans un ensemble de pays. Ceci nous permet donc de contourner les problèmes d'hétérogénéité et de mesurer les effets d'un certain nombre de variables communes à toutes les entreprises d'une industrie ou d'un pays, mais différant d'un pays à l'autre.

L'intensité de la recherche et du développement est déterminée à la fois par des facteurs de demande et par des facteurs d'offre. La plupart des variables habituellement considérées dans les recherches empiriques publiées sur le sujet sont en quelque sorte des « variables d'offre » puisqu'elles mesurent les facteurs influant sur les avantages et les coûts de

nature privée, c'est-à-dire des éléments susceptibles d'inciter les entreprises à faire de la recherche et du développement. Parmi ces facteurs, on retrouve la capacité d'autofinancement, les conditions du marché et le cadre institutionnel, notamment la protection accordée par les brevets, le régime d'imposition et les autres mesures gouvernementales touchant le financement de la recherche et du développement, la propriété étrangère, et ainsi de suite. Parmi les « variables de demande » qui sont parfois analysées dans ce contexte, il y a l'importance des contrats gouvernementaux (en particulier dans le secteur de la défense et l'industrie aérospatiale), la taille anticipée du marché et les caractéristiques des industries clientes.

Les facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement

La présente section peut être divisée en deux parties. D'abord, nous analysons (un à un et en détail) huit facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement que nous considérons à la fois importants et opérationnels (c'est-à-dire mesurables et pour lesquels il existe des sources de renseignements connues). Par la suite, nous abordons brièvement un certain nombre d'autres facteurs analysés dans les travaux antérieurs, indépendamment de la possibilité d'en tenir compte dans notre analyse de régression.

La concentration industrielle

L'analyse théorique du rapport entre le degré de concurrence et l'intensité des activités reliées à l'invention et à l'innovation remonte à Schumpeter (1950). Pour les besoins de l'analyse empirique, l'hypothèse de Schumpeter a été formulée de deux façons différentes.

Le premier modèle vise à établir le rapport entre la taille des entreprises et l'intensité des efforts de recherche qu'elles déploient. Dans ce cas, l'hypothèse sous-jacente est que la connaissance produite par les activités de recherche a le caractère d'un « bien public »; cela signifie que l'entreprise doit atteindre une taille suffisante pour que les avantages privés de la recherche soient supérieurs à ses coûts. Cet aspect est analysé plus en détail dans la suite.

Le second modèle porte sur la relation qui peut exister entre le degré de puissance commerciale qui prévaut dans une industrie et le niveau des activités axées sur l'innovation dans cette industrie. Le lien entre le degré de concurrence et l'intensité des efforts d'innovation déployés dans une industrie repose en fait sur la facilité et la rapidité avec lesquelles les fruits de la recherche menée par une entreprise peuvent être récoltés également par les entreprises concurrentes. Dans une industrie parfaitement concurrentielle où l'accès est libre et où les innovations peuvent être imitées instantanément, une entreprise ne peut transmettre aux consommateurs les coûts de la recherche et du développement par le biais d'une hausse des prix; l'innovateur ne peut donc récupérer son investissement. Dans une industrie oligopolistique où il existe des barrières à l'entrée, la possibilité qu'une innovation ait pour effet de déplacer la courbe de demande vers la droite ou de déplacer la courbe de coût vers le bas peut constituer un stimulant suffisant pour l'oligopoleur.

Si l'imitation est coûteuse, l'inventeur peut retirer des avantages de son innovation. Dans le cas d'un procédé innovateur, Arrow (1962) a soutenu dans un article classique que l'incitation à innover sera plus élevée sur un marché concurrentiel que sur un marché monopolistique, puisque le monopoleur considérera dans son coût d'opportunité les profits qu'il réalisait avant que ne soit introduite l'innovation.

Demsetz (1969) a démontré qu'un monopoleur sera incité à consacrer une somme absolue plus importante à l'innovation lorsqu'on prend en considération le niveau de production « normalement plus restreint » qui prévaut dans des conditions monopolistiques. Shrieves (1978, p. 332) soutient que le rapport entre les dépenses consacrées à la recherche et au développement et les ventes (c'est-à-dire « le stimulant relatif ») demeure plus élevé en situation de concurrence, même en apportant l'ajustement proposé par Demsetz. Dasgupta et Stiglitz (1980) soulignent que l'analyse de Arrow ne semble reposer que sur une seule entreprise considérée isolément et qu'elle ne tient pas compte des effets de la rivalité entre les entreprises sur le niveau global des dépenses pour la recherche et le développement dans une industrie.

La vérification empirique de cette version de l'hypothèse de Schumpeter passe par l'analyse du rapport entre le niveau des activités axées sur l'innovation et la structure du marché, telle que mesurée par la concentration industrielle. Récemment, Kamien et Schwartz (1975) et Scherer (1980, chapitre 15) ont produit des analyses détaillées des diverses études empiriques sur le sujet. Parmi la variété déconcertante des observations qu'ils ont relevées, on retrouve les suivantes. La « quantité » d'innovation produite n'est pas systématiquement reliée à la puissance commerciale (Scherer, 1965). La relation est complexe puisque la puissance commerciale (mesurée par la concentration industrielle) tend

à coïncider avec la présence de possibilités technologiques dans les industries en question (Scherer, 1967). La concentration influe sur le niveau des dépenses consacrées à la recherche conjointement (en interaction) avec la différenciation des produits (Comanor, 1967). La concentration hausse significativement l'intensité de la recherche et du développement dans les industries produisant des matières premières et des biens de consommation; elle n'a qu'un effet modeste dans les industries fabriquant des biens de production non spécialisés et elle exerce une influence négative, marginalement significative, dans les industries produisant des équipements spécialisés durables (Shrieves, 1978). Et, enfin, le coefficient de régression de la variable concentration est significativement négatif pour les industries canadiennes « à fort potentiel technologique » et n'est pas significatif pour les autres industries (Globerman, 1973).

Dasgupta et Stiglitz (1980) ont récemment remis en question de manière fondamentale la méthodologie sur laquelle s'appuie la recherche économétrique faite jusqu'à présent dans ce domaine. Ils partent de l'argument selon lequel, sauf à court terme, la structure du marché et les activités axées sur l'innovation sont des éléments endogènes qui dépendent de facteurs tels que la technologie de la recherche, les conditions de la demande, la situation du marché financier et le cadre juridique et institutionnel, y compris le régime de brevets. Par conséquent, on ne devrait pas considérer le degré de concentration industrielle comme un élément exogène donné, ni supposer qu'il y a une relation causale entre celui-ci et l'effort d'innovation.

Les auteurs susmentionnés et Loury (1979) font remarquer que plusieurs des travaux publiés sur cette question sont fondés sur une analyse d'équilibre partiel du comportement des entreprises en fonction de divers degrés de concentration industrielle. Dans les marchés où prévaut une certaine rivalité, toutefois, l'effort de recherche et de développement déployé par chaque entreprise dépendra également de la réaction qu'elle anticipe de la part de ses concurrents. En outre, on ne peut simplement déduire le comportement de l'ensemble de l'industrie au chapitre des dépenses pour la recherche et le développement à partir du comportement d'une entreprise « type » tel que révélé par des modèles microéconomiques. Bien que ces modèles puissent indiquer que la rivalité entre les entreprises ait pour effet de réduire l'effort de recherche et de développement déployé par chacune, il est possible que le nombre d'entreprises engagées dans ces activités augmente, haussant du même coup le total des dépenses de l'industrie à ce titre. Cependant, la concurrence en matière de recherche et développement entraîne des gagnants et des perdants, et elle modifie le partage du marché; par conséquent elle agit également sur la concentration industrielle.

Néanmoins, même lorsqu'on considère que la structure du marché est endogène, les modèles théoriques élaborés par Dasgupta et Stiglitz prédisent que, dans plusieurs industries à faible concentration, l'effort global de recherche et de développement et l'effort déployé par une entreprise type seront corrélés positivement avec la concentration. Ils font valoir également que, sur des marchés concurrentiels, les dépenses totales d'une industrie pour la recherche et le développement peuvent être supérieures à leur niveau socialement optimal, même si la diminution des coûts qui en résulte peut, elle-même, être sous-optimale. De même, les entreprises qui font des affaires sur des marchés concurrentiels peuvent s'engager dans des projets trop risqués et procéder trop rapidement avec leurs programmes de recherche (pour tenter de s'assurer un avantage au niveau des coûts sur leurs concurrents).

Plusieurs autres modèles théoriques et un volume considérable de données empiriques indiquent que le rapport entre les activités de recherche et de développement et la concentration industrielle pourrait être non linéaire. D'autres ont prétendu que le coefficient de concentration ne fournit pas une mesure adéquate du degré de concurrence ou ne constitue pas un indicateur vraiment approprié de la structure du marché. Par conséquent, le signe du coefficient de cette variable dans la fonction recherche et développement est à peu près imprévisible et il est susceptible de varier d'une industrie à l'autre.

La taille du marché

L'importance déterminante de la « taille attendue du marché » a été mise en évidence par Griliches et Schmookler (1963) et par Schmookler (1966). Ces auteurs font valoir que le coût inhérent à la reproduction des connaissances est beaucoup moins élevé que le coût de leur production et que, par conséquent, le rendement que chaque entreprise tirera de la recherche et du développement dépendra du nombre de fois que les connaissances seront reproduites (le nombre d'unités produites).

Pour être plus précis, la taille globale du marché détermine les avantages monétaires totaux découlant de la production de connaissances. De plus, les avantages de nature privée dépendent de l'importance des quasi-rentes ou des monopoles temporaires qui permettent aux producteurs de s'approprier les avantages associés aux connaissances qu'ils ont mises au point (Pakes et Shankerman, 1980, pp. 9-10). Les modèles élaborés par Dasgupta et

Stiglitz (1980) prédisent également que le niveau optimal des dépenses au titre de la recherche et du développement, ainsi que le niveau des dépenses effectuées par chaque entreprise augmentent en fonction de la taille du marché. Dans leur modèle, une hausse des coûts de la recherche et du développement fait diminuer les dépenses à ce titre si la demande est élastique, et les fait augmenter, si elle est inélastique.

Bien que, dans ce sens, « la taille attendue du marché » soit clairement liée à la taille des entreprises dans une industrie, elle diffère au plan conceptuel de la concentration industrielle en tant que facteur déterminant de l'intensité de la recherche et du développement. Ce dernier concept touche non seulement à la division du marché mais, selon la littérature courante sur l'organisation industrielle, il reflète également le degré de concurrence dans une industrie. Celui-ci, à son tour, est lié à la rentabilité de l'industrie et à la stabilité des rentrées de fonds, deux éléments qui jouent un rôle important dans la théorie de l'innovation de Schumpeter. Finalement, il se peut que la taille du marché soit endogène par rapport à l'innovation elle-même.

Les observations qui précèdent laissent supposer que la taille du marché en tant que variable n'a peut-être pas sa place dans une analyse des facteurs déterminants des activités de recherche et de développement au niveau de l'industrie. En d'autres termes, le simple fait qu'une industrie dans un pays donné dispose d'un marché plus important que la même industrie dans un autre pays ne nous renseigne pas beaucoup sur les considérations d'ordre privé qui peuvent inciter les entreprises à faire de la recherche et du développement, à moins de tenir compte également de la répartition des entreprises en fonction de leur taille au sein de cette industrie. Un problème distinct mais important est celui de définir adéquatement le marché concerné lorsque celui-ci est ouvert au commerce international.

Dans une étude effectuée à partir de données au niveau de l'entreprise, Howe et McFetridge (1976) sont arrivés à la conclusion que la taille d'une entreprise n'est pas en règle générale un facteur déterminant des dépenses consacrées à la recherche et au développement dans l'industrie de la machinerie au Canada, ni parmi les entreprises sous contrôle étranger dans l'industrie des produits chimiques. L'étude révèle cependant l'existence d'une relation non linéaire dans l'industrie du matériel électrique et parmi les entreprises sous contrôle canadien dans l'industrie des produits chimiques.

La rentabilité

La recherche et le développement ont pour but de hausser les bénéfices futurs. La nature exacte du rapport entre l'un et l'autre n'est cependant qu'un élément de la problématique plus vaste touchant la contribution de la recherche et du développement à la croissance économique et à la productivité; une analyse exhaustive de cette question dépasse le cadre de la présente étude. L'autre aspect selon lequel il existe un rapport entre la recherche et le développement, d'une part, et les bénéfices, d'autre part, se retrouve dans l'hypothèse de Schumpeter; celle-ci postule en effet que la possibilité de réaliser des bénéfices plus importants et la diminution du risque commercial associée au pouvoir monopolistique sont des conditions préalables à toute activité de recherche et de développement.

Une des analyses empiriques les plus détaillées qui aient été publiées jusqu'à maintenant sur le rapport complexe entre les bénéfices et la recherche et le développement est celle effectuée par Branch (1974). Celui-ci fait remarquer que la recherche et le développement sont en concurrence avec d'autres types de dépenses dont bon nombre ont un caractère inévitable (production, investissements, impôts). Puisque les investissements en recherche et développement sont plus risqués que la plupart des autres débouchés qui s'offrent pour l'emploi de ces fonds, il est improbable, selon Branch, que la recherche et le développement seront financés par des emprunts ou par une injection de capital; leur financement sera alors fonction des bénéfices réalisés.

Toutefois, dans les industries caractérisées par une lente évolution technique, de faibles taux de rendement et des variations cycliques de la demande, il se peut fort bien que le rapport soit inversé. Lorsque la demande et les profits sont élevés, les gestionnaires peuvent préférer investir dans les immobilisations plutôt que de financer des activités de recherche et de développement dont les retombées sont éloignées et incertaines. De plus, les scientifiques et les ingénieurs peuvent être affectés à des tâches de production. Finalement, on peut recourir à la recherche et au développement pour stimuler la demande lorsque les bénéfices sont faibles.

Afin de vérifier les deux hypothèses sur le rapport qui peut exister entre les bénéfices et la recherche et le développement, Branch a analysé, à l'aide d'un modèle à retards échelonnés, un ensemble de données portant sur les activités d'un échantillon de 111 des plus importantes entreprises de fabrication dans sept industries américaines entre 1950 et 1965. L'hypothèse selon laquelle les activités de recherche et de développement font augmenter les profits et stimulent la croissance a été confirmée pour chacune des sept industries. Toutefois, il a constaté que la rentabilité n'était un facteur statistiquement significatif que dans quatre industries (matériel électrique,

papier, matériel mécanique et pétrole). Le coefficient n'était pas statistiquement significatif pour les produits chimiques (signe négatif), les produits pharmaceutiques et les métaux non ferreux.

Selon Branch, le fait que la variable profitabilité n'ait pas un effet plus significatif s'explique par les pressions contradictoires qui s'exercent sur les gestionnaires lorsqu'ils ont à prendre des décisions : des bénéfices élevés ont pour effet d'augmenter les fonds disponibles pour la recherche et le développement mais ils s'accompagnent également d'un plus grand besoin d'affecter ces fonds à d'autres fins. Ce problème se trouve illustré dans une étude antérieure (Brown, 1957) portant sur l'industrie américaine des machines-outils où l'on avait constaté que les gestionnaires augmentaient le rythme des activités de recherche et de développement durant les périodes de ralentissement pour stimuler la demande.

Sherman (1974) a émis l'hypothèse que les entreprises qui réalisent des bénéfices plus élevés que la normale peuvent décider de consacrer une partie de ces bénéfices à la recherche et au développement ou à la publicité (les deux étant comptabilisés comme frais d'exploitation) en vue de réduire les bénéfices courants déclarés pour fins d'impôt, tout en augmentant leurs bénéfices futurs. Dans un document récent, Nadiri (1979) soutient que les entreprises augmentent les dépenses qu'elles consacrent à la recherche et au développement pendant la phase ascendante du cycle et qu'elles les réduisent ou les reportent à plus tard lors des périodes de récession. Une analyse de régression effectuée à partir d'un échantillon de onze industries américaines et portant sur la période 1958 à 1975 a fait ressortir que le taux d'utilisation de la capacité productive avait une influence positive et statistiquement significative sur les activités de recherche et de développement, ce qui est conforme à l'hypothèse de Sherman.

Au niveau macroéconomique, une analyse de ces rapports faite par Pavitt (1980, p. 62) au moyen de simples recoupements entre la profitabilité globale et le niveau et la tendance d'ensemble des activités de recherche et de développement dans certains pays de l'OCDE s'est avérée peu concluante. Au moment où l'étude a été effectuée, seul le Japon se caractérisait à la fois par des dépenses élevées et croissantes au titre de la recherche et du développement et par un taux de profit élevé et en hausse. L'exemple du Royaume-Uni confirme par ailleurs l'hypothèse voulant qu'une profitabilité faible et décroissante puisse faire fléchir la recherche et le développement. Cependant, au Canada, les activités de recherche et de développement étaient également à un faible niveau et accusaient un recul alors que la profitabilité était élevée et en hausse. Pour ce qui est de la Suède, la situation était exactement à l'inverse avec des profits faibles et en baisse et un niveau d'activité élevé et en progression.

Le fait d'affirmer que l'effort de recherche déployé par une entreprise est déterminé par le revenu net qu'elle s'attend à réaliser sur l'investissement en recherche et en développement révèle la nature de la difficulté conceptuelle inhérente à l'intégration de mesures conventionnelles de la profitabilité dans la fonction de recherche et de développement. Ainsi, une analyse plus poussée effectuée par Pakes et Shankerman (1980) révèle que les différences entre les entreprises au chapitre du revenu net anticipé sont attribuables à des variations dans le coût des facteurs entrant dans les activités de recherche, à la productivité des ressources affectées à ces activités et à la capacité de l'entreprise à réaliser des gains monétaires à partir d'une production donnée de connaissances. Les mesures conventionnelles de la profitabilité englobent toutefois (et peut-être de façon prédominante) de nombreux autres facteurs tout à fait étrangers aux activités de recherche.

Nadiri (1979, p. 13) conclut que les preuves empiriques à l'appui d'un lien positif entre la profitabilité ou la liquidité et l'effort d'innovation sont faibles. Howe et McFetridge (1976) n'ont constaté un rapport positif et statistiquement significatif entre les dépenses consacrées à la recherche et au développement et les frais d'amortissement que pour une des trois industries qu'ils ont analysées. Le coefficient de la variable représentant des profits après impôt n'était positif et significatif que pour les entreprises sous contrôle canadien dans deux de ces industries, mais non pour les entreprises appartenant à des étrangers. Pour ce qui est de notre modèle des facteurs déterminants de la recherche et du développement, nous nous attendons donc à ce que le coefficient estimé de cette variable ne soit pas statistiquement significatif à l'occasion et que son signe puisse varier d'une industrie à l'autre.

Le fardeau fiscal

Le fardeau fiscal influe sur la capacité d'autofinancement des entreprises et, par conséquent, sur le niveau des ressources disponibles pour la recherche et le développement. Tel qu'indiqué précédemment, les données empiriques concernant l'influence de la marge d'autofinancement sur l'effort de recherche et de développement ne sont pas concluantes. Toutefois, selon Nadiri (1979, p. 13), là où on peut déceler un rapport positif, les variables reliées à la capacité d'autofinancement semblent exercer un effet maximal sur la recherche et le développement lors des périodes de croissance. Donc, une diminution de

l'impôt sur le revenu des sociétés ou une augmentation des déductions permises au chapitre de l'amortissement auraient pour effet d'accroître l'effort de recherche et de développement des entreprises.

Par ailleurs, Sherman (1974) soutient qu'au cours de la phase ascendante du cycle, les entreprises emploient une partie de leurs profits excédentaires pour hausser leurs dépenses de recherche et de développement au dessus de la moyenne et ainsi réduire les bénéfices courants déclarés pour fins d'impôt. En appliquant ce raisonnement, on devrait anticiper un rapport positif entre le taux d'imposition et les dépenses consacrées à la recherche et au développement (plus le taux d'imposition serait élevé, plus grande serait l'incitation à déduire des dépenses au titre de la recherche et du développement).

Dans un modèle de régression multiple, la justification pour inclure une variable destinée à mesurer l'effet du fardeau fiscal semble dépendre du rôle attribué au profit, à savoir dans quelle mesure on les considère avant tout comme un élément de la capacité d'autofinancement, cette dernière étant essentielle au soutien de la recherche et du développement. Le cas échéant, on devrait inclure le taux d'imposition comme une variable distincte, seulement si la variable profits dans la même équation de régression représente les profits « avant impôt », mais non dans le cas contraire. Une vérification de l'hypothèse selon laquelle la recherche et le développement sont employés comme « abri fiscal » semble justifier l'inclusion du taux d'imposition avec l'une ou l'autre des définitions de la variable profits. Nous avons inclus une variable pour le taux d'imposition dans notre modèle; les travaux empiriques publiés à ce sujet indiquent que le coefficient devrait être de signe négatif.

Le climat d'investissement

Cette variable a principalement deux fonctions que nous avons mises en évidence précédemment dans notre exposé théorique sur les facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement. D'abord, elle est intimement liée à la perception que se font les entreprises des possibilités de marché; on pourrait donc considérer qu'elle sert de variable instrumentale pour la « taille attendue du marché ». Deuxièmement, les investissements dans les « facteurs de production » traditionnels sont étroitement associés aux investissements dans les ressources destinées à la recherche et ils influent sur la productivité de ces dernières. Par exemple, une entreprise à forte intensité de capital n'introduirait pas une innovation qui rendrait désuète une partie importante de ses équipements. Nadiri (1979, pp. 15-16) fait état des résultats d'une étude empirique qui appuie l'hypothèse voulant que les décisions relatives à la recherche et au développement ne soient pas indépendantes des autres décisions concernant les facteurs de production d'une entreprise.

Dans la mesure où la croissance antérieure des investissements peut servir d'indicateur de la croissance future attendue, une variable de régression telle que « la formation brute de capital fixe » ferait partie du mécanisme d'incitation relié à la « demande » dans la détermination de l'intensité de la recherche et du développement. Contrairement à l'argument théorique de Schmookler (1966), Pakes et Shankerman (1980) n'ont pas jugé que cette variable jouait un rôle important dans l'explication des variations intraindustrielles de l'intensité de la recherche et du développement. Toutefois, dans des travaux antérieurs, Pakes (1978) avait constaté qu'elle exerçait une influence sur la répartition interindustrielle des activités de recherche. Compte tenu de la nature de notre modèle et de la variable instrumentale que nous employons pour le climat d'investissement, nous avançons l'hypothèse d'un rapport positif entre cette variable et l'intensité de la recherche.

La propriété étrangère

L'intérêt au sujet du rapport qui pourrait exister entre la propriété étrangère et la recherche et le développement repose sur la possibilité que la propriété étrangère ait pour effet de ralentir l'effort de recherche dans le pays hôte et de le rendre plus tributaire de la technologie étrangère. Une autre question reliée à la précédente est de savoir si les sociétés mères étrangères mettent à la disposition de leurs filiales l'ensemble de leur technologie de pointe et, le cas échéant, à quel coût et moyennant quelles restrictions. En outre, il y a lieu de préciser si la technologie acquise indépendamment auprès d'entreprises étrangères non affiliées nécessite une adaptation (modification) plus ou moins grande que la technologie importée par l'entremise du réseau d'une société pour répondre aux besoins du marché intérieur.

Il y a de très bonnes raisons de s'attendre à ce que les filiales fassent moins de recherche que les sociétés mères. Parmi ces raisons, on peut noter l'existence d'économies d'échelle dans le domaine de la recherche, la proximité de « centres de haut savoir » et de marchés importants dans le pays où est situé le siège social, ainsi que d'autres facteurs. L'étude classique de Safarian (1966) portant sur le Canada a révélé en fait que les filiales d'entreprises canadiennes font moins de recherche que les sociétés mères.

Sur la question plus pratique de savoir si les filiales de sociétés étrangères faisant affaires au Canada font plus ou moins de recherche que les entreprises

canadiennes, les données disponibles sont contradictoires. Safarian n'a trouvé aucune preuve que les entreprises appartenant à des étrangers font moins de recherche que des entreprises comparables appartenant à des Canadiens. Par contre, une étude récente visant à analyser 283 innovations importantes dans cinq industries canadiennes (De Melto, McMullen et Wills, 1980) a abouti à la conclusion que le rapport entre la recherche et le développement et les ventes était inférieur pour les entreprises contrôlées par des étrangers que pour les entreprises canadiennes, quelle que soit leur taille.

Cela s'explique par le fait que les filiales d'entreprises étrangères ont accès à la technologie mise au point par la société mère ou d'autres filiales, c'est-à-dire qu'elles recourent à l'importation plutôt que de faire en double les mêmes recherches au Canada; environ 70 % des importations de technologie impliquant des entreprises sous contrôle étranger se font à l'intérieur de leur propre réseau. Pour reprendre les termes utilisés par Bones (1979), les filiales étrangères affichent probablement un plus fort coefficient de technologie que les sociétés appartenant à des Canadiens, mais elles font proportionnellement moins de recherche parce qu'elles ont accès aux connaissances techniques mises au point par la société mère et ses filiales. Compte tenu du fait que la technologie étrangère peut, de cette façon, être acquise gratuitement ou à un coût peu élevé pour l'économie canadienne, il est utile de se demander pourquoi cet état de choses devrait nous préoccuper. La réponse dépend évidemment de l'importance que l'on attache aux retombées de la recherche et du développement, à la variété et à la spécialisation de la main-d'œuvre au Canada, à l'indépendance par rapport aux sources de technologie étrangères, et ainsi de suite.

À partir d'une analyse de régression effectuée sur un échantillon d'industries canadiennes fort restreint, Globerman (1973) a décelé un rapport positif et statistiquement significatif entre la propriété étrangère et l'intensité de la recherche dans les industries « à fort potentiel technologique ». Dans d'autres cas, le coefficient de la variable propriété étrangère était négatif et statistiquement non significatif.

Un rapport positif est également apparu dans les premiers résultats d'une analyse faite par Porter (citée dans Wonnacott et Wonnacott, 1980, pp. 10-12); le rapport est cependant devenu négatif suite à une définition plus complète de l'équation de régression. Cette ambivalence pourrait signifier qu'il existe une relation causale inverse, analysée en profondeur par Caves (1971) et signalée à nouveau par Bones (1979) et d'autres auteurs : le contrôle étranger est étendu dans les industries à forte intensité de recherche, non pas parce que les entreprises sous contrôle étranger font plus de recherche, mais parce que les investissements étrangers semblent attirés vers les industries marquées par un taux d'activité élevé au chapitre de la recherche et du développement. Cette tendance découle du fait que certains actifs uniques, comme une invention brevetée ou un produit différencié, peuvent être transférés à d'autres marchés nationaux moyennant un coût minime ou nul. L'octroi de licences à des producteurs étrangers ou d'autres mesures semblables s'avèrent souvent des solutions impraticables parce que le transfert de technologie ne peut se réaliser indépendamment du savoir-faire des gestionnaires ou parce que l'incertitude quant à la valeur de ces connaissances sur les marchés étrangers rend impossible toute entente de nature commerciale (Caves, 1971, pp. 6-7).

Pour tenir compte de cette influence, Porter a ajouté une variable visant à mesurer l'effet de l'intensité de la recherche et du développement dans certaines industries aux États-Unis sur le niveau des dépenses de recherche dans les mêmes industries au Canada. Les résultats de cette analyse appuient fortement l'hypothèse voulant que la propriété étrangère réduise l'intensité de la recherche et du développement au Canada. Le même type de variable apparaît dans un modèle beaucoup plus simple de Lithwick (1969), qui mène à la conclusion que la propriété étrangère accroît l'intensité de la recherche et du développement. McFetridge (1977) a constaté que la propriété étrangère avait un effet positif sur la recherche et le développement dans l'industrie de la machinerie au Canada, mais un effet négatif plus important dans l'industrie des produits chimiques et celle du matériel électrique.

Il faut signaler que ces résultats contradictoires ont tous été obtenus par des analyses au niveau de l'industrie. Par ailleurs, des études récentes réalisées au Canada à partir de données recueillies au niveau des entreprises démontrent que les sociétés appartenant à des Canadiens consacrent de plus grands efforts à la recherche que les entreprises contrôlées par des étrangers, quelle que soit leur taille.

Après avoir fait une analyse sommaire de la tendance des investissements étrangers de certaines industries dans différents grands pays, Casson (1979, p. 11) arrive à la conclusion que le rapport entre l'intensité technologique d'une industrie et le degré de propriété étrangère est loin d'être uniforme d'un pays à l'autre. Alors que les investissements directs à l'étranger des entreprises américaines sont surtout concentrés dans les industries à haute technologie, les investissements étrangers du Royaume-Uni dans le secteur de la fabrication visent ordinairement une

intégration en amont des entreprises engagées dans des industries de produits de consommation. De plus, comme l'ont signalé de nombreux auteurs dans divers contextes, une partie importante des investissements canadiens directs à l'étranger touche le secteur bancaire, les finances et d'autres domaines d'activité semblables.

Selon nous, la complexité du rapport entre la propriété étrangère et les activités de recherche ne permet pas de prédire avec précision le signe du coefficient de cette variable dans notre modèle des facteurs déterminants de la recherche et du développement.

La participation de l'État

L'influence de l'État sur l'effort de recherche et de développement dans le secteur privé se manifeste de deux façons. L'importance relative de chacune varie probablement d'une industrie à l'autre, d'un pays à l'autre, ainsi qu'avec le temps.

Premièrement, en tant qu'acheteurs, les gouvernements peuvent être à l'origine de nouvelles activités de recherche et de développement ou contribuer à intensifier les efforts déployés par le secteur privé dans ce domaine. L'intervention du gouvernement au niveau de la demande est susceptible d'accroître les activités de recherche et de développement des entreprises pour deux raisons apparentées : elle influe positivement sur l'évaluation des risques et du rendement associés à ces activités et elle peut permettre aux entreprises d'atteindre la taille opérationnelle minimale dans leurs programmes de recherche et de développement.

Deuxièmement, les gouvernements participent directement au domaine de la recherche et du développement, ils contribuent au financement de la recherche effectuée dans le secteur privé par des institutions à but non lucratif (par exemple, les universités), ainsi qu'au financement de la recherche et du développement dans le secteur des entreprises commerciales. Dans ce dernier cas, la contribution de l'État prend la forme de subventions directes à la recherche ou de concessions fiscales directement liées à la recherche et au développement. De plus, il est évident que le « climat économique » engendré par l'ensemble des politiques gouvernementales, y compris le fardeau fiscal global et sa composition, agit inévitablement sur les activités de recherche et de développement du secteur des affaires.

Pour les besoins de l'analyse, le rôle du gouvernement du côté de l'offre peut être divisé en deux volets. Les politiques gouvernementales directement et explicitement reliées à la recherche et au développement sont abordées dans la présente section tandis que l'effet des interventions gouvernementales sur le « climat économique » a été étudié précédemment en rapport avec les variables touchant le fardeau fiscal et le climat d'investissement.

A priori, il est raisonnable de supposer qu'un traitement fiscal plus favorable à l'endroit des dépenses pour la recherche et le développement aura pour effet d'accroître l'effort global des entreprises à ce titre. Il est beaucoup moins certain que les subventions directes du gouvernement destinées à soutenir les activités de recherche et de développement des entreprises aura le même effet; il se peut que les entreprises substituent tout simplement les subventions du gouvernement aux fonds privés préalablement affectés aux mêmes fins. Howe et McFetridge (1976) ont étudié la question à partir d'un échantillon composé de 81 entreprises canadiennes appartenant aux industries du matériel électrique, des produits chimiques et de la machinerie, pour la période allant de 1967 à 1971. Ils ont constaté que, dans l'industrie du matériel électrique, les entreprises canadiennes avaient augmenté leur propre budget de recherche et de développement d'un montant supérieur à la subvention reçue, tandis que les entreprises appartenant à des étrangers n'avaient accru leurs investissements en recherche que dans une proportion inférieure au montant de la subvention. Pour ce qui est des deux autres industries, les résultats ne permettent pas de rejeter l'hypothèse que le fait de bénéficier d'une subvention n'a pas d'effet sur les dépenses consacrées à la recherche et au développement par une entreprise. En aucun cas, cependant, ces subventions remplaçaient-elles les fonds propres de l'entreprise.

Shrieves (1978) a analysé les données d'un échantillon de 411 entreprises américaines pour l'année 1965 et a trouvé un rapport inverse entre l'intensité des activités de recherche et de développement et le pourcentage de ces activités financé par les gouvernements. (Le coefficient de régression multiple qu'il a obtenu pour cette variable est négatif et statistiquement significatif au niveau de 0,05.) Une étude effectuée par Nadiri (1979) sur un échantillon couvrant 11 industries américaines au cours de la période 1958-1975 a fait ressortir que la croissance des fonds publics affectés à la recherche et au développement avait un effet sur les capitaux privés consacrés à ces activités dans l'ensemble de l'industrie de la fabrication et dans l'industrie des biens durables. Toutefois, le même auteur a relevé un effet négatif et statistiquement significatif dans l'industrie des biens non durables.

La variable que nous avons employée pour mesurer l'effet de la participation gouvernementale dans ce secteur d'activité correspond au pourcentage de

l'ensemble des dépenses de recherche et de développement dans une industrie et un pays donnés qui est financé par des sources gouvernementales. À la lumière de ce que nous savons au sujet du processus décisionnel dans les entreprises et des résultats obtenus dans les études publiées jusqu'ici, nous ne pouvons prédire avec certitude si cette variable aura un effet significatif ni, le cas échéant, le sens dans lequel il s'exercera.

Le succès obtenu antérieurement dans les activités de recherche et de développement

Dans le domaine de la recherche et du développement, on a estimé généralement que le succès antérieur contribue au succès futur; les entreprises qui ont obtenu de bons résultats avec leurs programmes de recherche dans le passé investiront davantage par la suite dans ces activités (Grabowski, 1968).

La mesure la plus appropriée du succès de la recherche et du développement passés est la rentabilité de l'entreprise ou de l'industrie. Toutefois, cet indicateur reflète également quantité d'autres facteurs, en plus d'être un élément de la capacité d'autofinancement et, par conséquent, d'être relié à l'effort de recherche et de développement par un lien causal entièrement différent, c'est-à-dire en tant que source de financement.

Pour vérifier l'hypothèse voulant que « le succès engendre le succès », il est nécessaire de définir une variable différente qui permette d'éviter le problème que nous venons d'évoquer. Parmi les mesures empiriques que l'on pourrait employer, il y a le niveau d'activité de l'entreprise ou de l'industrie en matière de brevets ou de licences, le nombre d'innovations importantes, le solde des redevances, la balance commerciale, et ainsi de suite.

Toutes ces mesures ne conviennent pas également à toutes les industries. L'activité enregistrée en matière de brevets dépend de la propension à demander des brevets, alors que l'on sait que celle-ci varie d'une industrie à l'autre. Un simple décompte des « innovations importantes » soulève de sérieux problèmes de comparabilité interindustrielle. Enfin, la valeur des redevances et le niveau d'activité en matière de licences dépendent du degré de propriété étrangère, de la réglementation gouvernementale et des conventions comptables particulières qui existent entre les sociétés mères et leurs filiales.

Les mesures du rendement passé de la recherche et du développement qui reposent sur les exportations et les importations de l'industrie et sur leur rapport avec la taille du marché intérieur sont comparables d'une industrie à l'autre et ne soulèvent pas la plupart des problèmes susmentionnés. Elles présentent par contre une autre faiblesse; dans le cas des industries qui dépendent des ressources naturelles, ces mesures reflètent au moins en partie l'abondance relative de ces facteurs de production dans le pays, et non simplement la performance passée de l'industrie au chapitre de l'innovation.

La raison pour laquelle nous préférons employer des variables reliées à la balance commerciale comme facteurs déterminants de l'intensité de la recherche repose sur l'hypothèse plausible qu'il existe un décalage dans le temps entre la recherche et la commercialisation. Les données courantes sur le commerce sont associées à la recherche et au développement réalisés antérieurement et ne peuvent être influencées par l'activité scientifique en cours. Caves, Porter et Spence (1980, p. 173) ont fait valoir un autre argument qui appuierait l'existence d'un rapport de causalité entre les mesures de la balance commerciale et l'effort de recherche (bien que la nature du décalage soit moins évidente). Ces auteurs notent en effet que, lorsque les entreprises d'un pays sont présentes sur les marchés internationaux, il peut leur être impossible d'avoir accès aux innovations, soit directement de leur société mère ou par le biais de licences, en raison de délais inévitables ou des conditions de la concurrence. On pourrait donc s'attendre à ce qu'une industrie intensifie son propre effort de recherche et de développement au fur et à mesure qu'elle accroît sa présence sur les marchés internationaux.

Autres facteurs déterminants

Les effets de la réglementation gouvernementale – Deux types d'interventions réglementaires de la part du gouvernement sont susceptibles d'influer sur l'effort d'innovation des entreprises. Le premier touche à l'instauration ou au resserrement des normes de sécurité qui s'appliquent aux nouveaux produits dans des industries soumises au jeu du marché. Le deuxième type d'intervention concerne les décisions prises par les autorités dans le cas des industries dont le taux de rendement est réglementé comme, par exemple, les services d'utilité publique (voir Nadiri, 1979, pp. 16-18).

Un bon exemple du premier type de réglementation est fourni par l'industrie des produits pharmaceutiques. On a ainsi fait valoir que les modifications apportées en 1962 au *Food and Drug Act* aux États-Unis dans le but de resserrer les conditions relatives à l'introduction de nouveaux produits avaient eu certaines conséquences défavorables sur les activités de recherche. Parmi ces conséquences défavorables, nous avons noté les suivantes : réduction du nombre de nouveaux composés chimiques (Peltzman, 1973),

accroissement du coût de chaque nouveau composé (Bailey, 1972), baisse plus rapide de la productivité de la recherche aux États-Unis qu'au Royaume-Uni et déplacement des activités de recherche et de développement des entreprises américaines vers l'extérieur des États-Unis (Grabowski, Vernon et Thomas, 1978), baisse du taux de rendement interne des activités de recherche et de développement (Bailey, 1972, Schwartzman, 1976). La validité de certaines de ces conclusions a été mise en doute (Hansen, 1977). De plus, la quantification des effets de ces règlements se bute à un certain nombre de difficultés, notamment les différences d'un pays à l'autre dans la portée des exigences réglementaires (et dans le coût à encourir pour s'y conformer), la juxtaposition différente des politiques de réglementation dans les divers pays, l'absence d'information sur les décalages inhérents à l'application de ces politiques, et ainsi de suite. Il est probablement assez juste de présumer que, pour une industrie donnée, les effets de la réglementation ne varient pas sensiblement entre les principaux pays industrialisés.

Par ailleurs, Gellman (1971) et MacAvoy et Sloss (1967) ont analysé le ralentissement et les distorsions qui ont caractérisé l'évolution technologique dans l'industrie des chemins de fer. La question du changement technologique dans les industries réglementées fait l'objet d'une abondante littérature (voir, par example, Capron, 1971); le cadre de la présente étude ne permet toutefois pas de l'aborder.

Les transferts de connaissances entre industries – Les biens intermédiaires et les biens de capital à fort coefficient de recherche et de développement contribuent dans une large mesure à la productivité des industries utilisatrices, bien que ces dernières fassent elles-mêmes peu de recherche. Nadiri (1979, p. 5) en conclut donc que l'effort de recherche et de développement est susceptible d'être faible dans les industries qui recourent largement à des facteurs qui ont un fort contenu de recherche et de développement. L'absence d'une variable distincte pour mesurer « l'intensité de recherche et de développement » des facteurs de production aura pour effet de fausser les estimations (obtenues par la méthode des moindres carrés ordinaires) des coefficients des autres facteurs déterminants des dépenses au titre de la recherche et du développement.

L'importance de ce biais dépend du degré de corrélation entre l'intensité de recherche et de développement des facteurs de production et chacune des variables explicatives. À première vue, il est difficile de s'imaginer qu'il pourrait y avoir corrélation entre le coefficient de recherche et de développement des facteurs de production et l'une ou l'autre des variables abordées précédemment. Toutefois, puisque l'importance de cette variable difficilement mesurable varie d'une industrie à l'autre, nous présumons que le fait de l'omettre ferait varier la capacité explicative de notre régression d'une industrie à l'autre; elle devrait donc avoir un effet plus faible dans les industries qui dépendent fortement de facteurs de production à coefficient élevé de technologie.

Un autre type de transferts interindustriels de connaissances est celui de la « diffusion » de l'information entre des industries voisines « sur le plan technologique », sujet que nous avons brièvement abordé au chapitre 1. La difficulté de mesurer l'ampleur de ce phénomène et ses effets sur l'effort de recherche est peut-être encore plus grande que celle d'évaluer le coefficient de recherche et de développement des facteurs de production (Griliches, 1979).

La possibilité de récupérer les avantages découlant de la recherche – Schumpeter (1950) a souligné l'importance qu'il fallait accorder à la capacité de l'entreprise de s'approprier les avantages de la recherche comme un des principaux facteurs déterminants de l'effort d'innovation. Cette aptitude dépend, entre autres, du talent des gestionnaires, de la structure du marché dans l'industrie et du cadre institutionnel, y compris le régime de brevets.

Nous avons déjà parlé de la structure du marché; le talent des gestionnaires et, en grande partie, le cadre institutionnel ne sont pas facilement quantifiables. Compte tenu du degré d'intégration économique qui prévalait à l'échelle internationale au cours de la période visée par nos données, il est réaliste de postuler que la protection accordée par le système de brevets dans une industrie donnée était uniforme dans tous les pays de l'échantillon. L'industrie des produits pharmaceutiques fait cependant exception parce qu'il existe des différences entre les pays quant aux conditions qui s'appliquent pour faire breveter des produits ou des procédés.

Les résultats de Mansfield et coll. (1977) corroborent l'hypothèse qu'il ne semble pas particulièrement utile de tenir compte explicitement de la protection accordée par les brevets. Ils montrent que les différences entre les taux de rendement sociaux et privés ont tendance à être plus grandes pour les innovations importantes et pour celles qui peuvent être facilement imitées. Pour un niveau donné d'investissement en recherche, il importe peu que l'innovation soit brevetée ou pas.

Dans le même ordre d'idées, Pakes et Shankerman (1980) ont trouvé qu'il est plus profitable pour une entreprise de s'approprier les avantages de la recherche si les connaissances qui en découlent sont

intégrées dans sa propre production plutôt que dans la production d'autres entreprises. Il en est ainsi en raison de la difficulté d'établir la valeur de ces connaissances sur le marché et parce que leur vente peut affaiblir la position monopolistique de l'innovateur. La variable empirique qui leur permet de mesurer ces effets est la part de la production de l'industrie sur laquelle l'entreprise innovatrice touche des redevances. Dans notre analyse de régression, ce type d'influence est capté par la variable « balance commerciale ».

Les transferts internationaux invisibles en matière de recherche et de développement – À l'aide de données canadiennes, le MEST (1978*b*) a effectué une des rares analyses quantitatives qui aient été publiées sur les importations « invisibles » de recherche et de développement (voir le chapitre 3). L'étude part de l'hypothèse que l'intensité de la recherche et du développement dans les filiales canadiennes d'entreprises étrangères devrait être la même que dans les sociétés mères. On a ainsi multiplié les ventes annuelles d'un échantillon de filiales canadiennes évoluant dans diverses industries par le rapport entre la recherche et le développement et les ventes déclarées par les sociétés mères correspondantes pour obtenir « le niveau théorique de recherche et de développement » dans chacun des cas. Ensuite, les importations invisibles ont été calculées en soustrayant de ce chiffre la valeur de la recherche et du développement véritablement effectués ou achetés au Canada par la filiale et les montants versés par la filiale à des non résidants (y compris la société mère) pour de la technologie ou pour de la recherche et du développement. Les résultats ont ensuite été extrapolés à l'ensemble des entreprises dans les industries concernées.

Aucun ajustement ne semble avoir été fait pour tenir compte des différences dans la composition de la production ou du degré de diversification entre la société mère et la filiale. De plus, on ne s'est pas préoccupé des différences dans le degré de propriété étrangère entre les filiales. Alors qu'environ la moitié des entreprises incluses dans l'échantillon appartiennent entièrement à des intérêts étrangers, le degré de propriété étrangère est dans certains cas aussi peu élevé que 15 %. Finalement, il n'est pas clairement établi si le rapport entre la recherche et le développement et les ventes de la « société mère » – dont on s'est servi dans les calculs – reposait sur des données qui concernaient uniquement le pays où était situé le siège social ou, au contraire, s'il était fondé sur des chiffres consolidés englobant les opérations canadiennes. On peut également se demander s'il est raisonnable de supposer que les filiales font autant de recherche que les sociétés mères (voir précédemment) et si un dollar consacré à la recherche et au développement dans une filiale équivaut (en termes de rendement) à un dollar dépensé pour acheter des services de recherche et de développement ailleurs.

Nos régressions ne tiennent pas explicitement compte des transferts invisibles en matière de recherche et de développement, mais elles comportent une variable instrumentale, soit le degré de propriété étrangère. Étant donné que notre analyse de régression tient compte de la variation dans les autres facteurs entre les pays, cette approche est peut-être supérieure à une méthode de calcul plus directe, telle que celle employée par le MEST.

De toute évidence, l'effet mesuré de cette variable (ou, d'ailleurs, de toute autre entité observable de ce type) sur les dépenses consacrées à la recherche et au développement ne permet pas de faire la distinction entre les transferts invisibles « gratuits » en matière de recherche et de développement et une politique visant à « priver les filiales » de toute activité de recherche. L'un et l'autre aboutissent au même résultat : une diminution des dépenses des filiales au titre de la recherche et du développement.

La structure des activités de recherche et de développement – La décision de procéder au développement d'un nouveau produit plutôt que de chercher à améliorer les produits ou les procédés existants dépend de la nature du produit, de la stabilité de la demande, de l'entrée éventuelle de concurrents sur le marché, de l'importance des efforts déployés en matière de recherche et de développement, ainsi que d'autres facteurs. Rasmussen (1973) a montré que, plus la croissance de la demande pour les produits existants est assurée et plus la rentabilité de l'entreprise est élevée, moins celle-ci sera incitée à s'engager dans la mise au point de nouveaux produits. Par contre, plus la demande pour les produits existants est aléatoire, plus l'entreprise sera incitée à mettre au point de nouveaux produits.

Sur un point connexe, Nadiri (1979, p. 11) fait remarquer qu'on connaît très mal ce qui détermine les divers types d'investissements en recherche et en développement. Dans quelle mesure une étape de la recherche conduit à la suivante et d'après quel intervalle de temps constituent des questions qui restent également à élucider en grande partie.

L'analyse de la répartition des dépenses entre la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement, ainsi que des changements qui se produisent dans les parts relatives de chacun de ces types d'activités, n'est pas très avancée en raison de la pénurie de données statistiques convenables. Dans

une communication récente, Mansfield (1980) montre que la composition et le niveau des dépenses au titre de la recherche et du développement influent sur le taux d'accroissement de la productivité. L'étude qu'il a réalisée à partir d'un échantillon de 119 entreprises américaines couvrant la période 1967-1977 ne fait toutefois ressortir aucun rapport systématique entre l'intensité de la recherche et du développement dans ces entreprises et le pourcentage qu'elles ont consacré à la recherche fondamentale, ou à des projets comportant un risque relativement élevé ou dont les résultats ne se feront sentir qu'à long terme, ou encore à des projets orientés vers des produits ou des procédés entièrement nouveaux.

Les prix relatifs des facteurs – Les études empiriques et théoriques qui ont été publiées concernant l'effet des variations des prix des facteurs sur la recherche et le développement sont très peu nombreuses. Rasmussen (1973) a montré que la recherche et le développement sont sensibles à ces variations de prix et que l'effort de recherche et de développement des entreprises est marqué par une tendance à économiser le capital. Nadiri (1979) a intégré dans son modèle théorique le prix des facteurs entrant dans les activités de recherche et de développement, mais il a été obligé de recourir à une approximation pour mesurer cette variable, en l'occurrence le coût d'utilisation des biens de capital.

La diversification – Le degré de diversification d'une entreprise ou d'une industrie pourrait contribuer à stimuler l'effort de recherche et de développement puisqu'une entreprise plus diversifiée a plus de chances de trouver des débouchés internes profitables pour appliquer les résultats de ses activités de recherche (voir, par exemple, Howe et McFetridge, 1976, p. 60).

L'infrastructure scientifique existante – On peut raisonnablement faire valoir que l'effort de recherche et de développement des entreprises dépend en partie de l'importance et de la qualité de l'infrastructure scientifique dans le pays où sont situées ses installations de recherche. La variable destinée à mesurer « la participation du gouvernement » peut, jusqu'à un certain point, refléter les caractéristiques d'un des éléments de cette infrastructure. Dans une analyse des effets de la présence d'intérêts américains dans l'industrie canadienne sur l'effort de recherche et de développement, Lithwick (1969) a utilisé comme mesure de l'infrastructure scientifique dont disposait une industrie au Canada l'intensité de la recherche dans cette industrie aux États-Unis. Parmi les autres mesures possibles, il y a le nombre total de scientifiques et d'ingénieurs au pays (par rapport à l'ensemble de la population active), ou le total des dépenses consacrées à la recherche et au développement par rapport au PIB, et ainsi de suite.

Certains problèmes de mesure

L'effort de recherche et de développement que nous mesurons par le biais des dépenses déclarées à ce chapitre ne rend compte que des activités structurées dans les industries composant l'échantillon qui sont considérées officiellement comme de la recherche et du développement. Les données publiées ne comprennent donc pas les activités d'un inventeur à titre individuel ou la partie des dépenses que les entreprises consacrent aux nouveaux produits ou aux nouveaux procédés qui n'est pas comprise dans la définition officielle de la recherche et du développement. Bien qu'il existe à coup sûr des différences entre les pays sous l'une et l'autre dimensions, nous présumons que les auteurs du « Manuel de Frascati » (OCDE, 1976) se sont efforcés de les ramener à un niveau acceptable.

L'analyse de régression que nous présentons par la suite est fondée sur des mesures de flux (par exemple, les dépenses consacrées annuellement à la recherche et au développement) que l'on met en rapport avec le volume annuel des ventes dans les industries composant l'échantillon. Certaines études empiriques récentes sont fondées sur des mesures du stock de recherche et de développement, ce qui est théoriquement plus approprié. L'estimation de l'ordre de grandeur de ce stock représente une tâche énorme qui, à notre connaissance, n'a jusqu'à maintenant été tentée que dans le cas des États-Unis. Le stock de capital au titre de la recherche fondamentale est calculé en additionnant les dépenses annuelles en dollars constants pour ces activités, sans se préoccuper que les divers projets aient été complétés ou abandonnés et en ne tenant pas compte de la désuétude (voir, par exemple, Kendrick, 1976, p. 60). Le stock de capital au titre de la recherche appliquée et expérimentale est estimé par la méthode de l'inventaire permanent (voir, par exemple, Nadiri, 1979, pp. 22-23). Cette méthode revient à établir un niveau repère ou initial, soit R_{t-1}, pour le stock de capital constitué par la recherche (bien souvent, en prenant simplement l'observation la plus reculée qui soit disponible sur les dépenses réelles pour la recherche et le développement) et en appliquant la formule suivante :

$$R_t = I_t + (1 - d) R_{t-1},$$

où

I_t représente les dépenses (le flux) consacrées à la recherche et au développement au cours de l'année t, et

d est un taux de dépréciation (souvent une valeur arbitraire puisque l'évaluation du taux de dépréciation d'un stock de connaissances est généralement assez problématique).

Une autre initiative récente à cet égard est l'analyse des facteurs déterminants des dépenses consacrées à la recherche et au développement par rapport à chacun des principaux intrants de la recherche. Dans une étude économétrique, Pakes et Shankerman (1980) utilisent des données désagrégées sur les ressources affectées aux activités de recherche pour évaluer les facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement dans un échantillon de 433 grandes entreprises américaines au cours de la période allant de 1957 à 1965. Ils mesurent ainsi séparément le facteur main-d'œuvre et le facteur capital dans les activités de recherche. En outre, ils intègrent explicitement à leur modèle une période de gestation « ainsi qu'un coefficient de désuétude » en rapport avec les connaissances sur les produits, comme facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement. Le facteur désuétude reflète essentiellement la baisse graduelle des revenus procurés par une innovation, suite à l'avènement de technologies nouvelles (rivales) et de la diffusion des connaissances qui ont pour effet de réduire le pouvoir monopolistique de l'innovateur.

5 Mesures empiriques et sources de données

Le présent chapitre expose le cadre dans lequel s'inscrit l'analyse de régression que nous avons appliquée à la comparaison internationale de l'intensité de la recherche et du développement dans certaines industries manufacturières. Les résultats sont présentés et analysés dans le chapitre suivant. Comme on l'a expliqué au chapitre 1, la démarche suivie consiste à calculer quelle serait l'intensité de la recherche et du développement dans diverses industries canadiennes si, dans chaque cas, celles-ci se conformaient à la « norme de l'OCDE ». Nous avons donc estimé une fonction de recherche et de développement pour chaque industrie à l'aide de données portant sur certains grands pays de l'OCDE, à l'exclusion du Canada. Nous avons supposé que les coefficients estimés représentaient le rapport « moyen » entre l'intensité de la recherche et du développement et ses divers facteurs déterminants. En multipliant les coefficients estimés pour chacune des variables explicatives par les valeurs observées dans le cas du Canada, on obtient le niveau d'intensité « prévisible » pour l'année en cause.

Bien entendu, nous avons choisi les industries et les pays selon leur importance économique et avec le souci de privilégier l'analyse des segments de l'économie où la recherche et le développement ainsi que le progrès technique ont un rôle important à jouer. Il nous est cependant apparu, dès les premières étapes du projet, que la disponibilité et la qualité des données statistiques détermineraient en bonne partie la composition de notre échantillon final.

Les industries que nous avons retenues pour faire la comparaison de l'intensité de la recherche et du développement au moyen d'une analyse de régression sont énumérées au tableau qui suit. À noter que chacune de ces industries a fait l'objet d'une analyse distincte.

Nos données portent sur les pays suivants : Belgique, Canada, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni et États-Unis. Malgré un effort considérable, les séries de données que nous avons recueillies pour chacune des sept industries n'englobent qu'une partie de ces pays; la couverture statistique varie donc d'une industrie à l'autre. Nous avons également tenté d'étendre l'étude à une autre industrie, celle des instruments spécialisés destinés aux professionnels, mais nous avons dû y renoncer à cause des nombreuses lacunes constatées dans les données.

Industrie	Classification CITI	Recherche et développement effectués au Canada en 1977 (en millions de dollars)
Papier et produits du papier	341	36
Produits chimiques industriels et autres produits chimiques	351 + 353	48
Produits pharmaceutiques	3522	28
Produits en caoutchouc et produits en matière plastique	355 + 356	7
Métaux non ferreux	372	45
Machinerie, autre qu'électrique	382	63
Machinerie électrique	383	178

Nous présentons en premier lieu la définition des mesures empiriques correspondant aux variables qui furent examinées en détail au chapitre 4. On trouvera dans l'appendice les données elles-mêmes, la procédure employée pour obtenir certaines séries qui n'étaient pas disponibles directement, ainsi que les sources de données. Nous abordons ensuite certains problèmes économétriques qui sont apparus au cours de notre analyse de régression.

Définition des variables utilisées dans les régressions

Remarques d'ordre général

Les diverses publications de l'OCDE constituent la principale source de renseignements quantitatifs sur les dépenses au titre de la recherche et du développement et sur les facteurs déterminants de ces dépenses. Nous avons également consulté plusieurs

autres sources parmi lesquelles figurent les statistiques des Nations Unies et de la Communauté économique européenne, les publications officielles des gouvernements des pays compris dans l'échantillon, des périodiques spécialisés, et un certain nombre de livres et d'articles de revues portant sur les industries étudiées. Dans le cas de l'industrie des produits pharmaceutiques, nous avons préparé un questionnaire et l'avons distribué à quelque quinze associations nationales de fabricants afin d'obtenir des données qui n'étaient pas disponibles autrement.

Notre échantillon de départ était composé de quinze pays de l'OCDE jugés « importants » selon certains critères tels que le volume de leur production, la taille de leur marché, le volume des exportations et les activités de recherche. Malheureusement, en raison des lacunes que présentait une des plus importantes sources de données (*International Survey of Resources Devoted to R&D*, publiée tous les deux ans par l'OCDE), nous avons dû écarter de l'échantillon certaines industries dans quelques pays. Parmi les autres problèmes de données que nous avons rencontrés, les plus importants avaient trait aux différences de classification industrielle d'un pays à l'autre et à l'absence de données comparables sur la concentration industrielle et l'importance de la propriété étrangère.

Notre échantillon final comporte donc un nombre légèrement différent de pays selon l'industrie. La liste des pays compris dans l'échantillon de chaque industrie figure dans le titre des tableaux du chapitre 6 où sont présentés les résultats des régressions.

Les données sur les dépenses au titre de la recherche et du développement qui ont servi dans le cadre de la présente étude se rapportent uniquement aux activités de recherche effectuées dans le secteur des entreprises, bien que le secteur public, le secteur universitaire et le secteur des institutions à but non lucratif puissent suppléer à des degrés divers les dépenses des entreprises dans différents pays. Il nous a été impossible de tenir compte de ces différences car les dépenses pour la recherche et le développement effectuées à l'extérieur du secteur des entreprises ne sont pas ventilées par industrie. Nous tenons compte, cependant, de la contribution des pouvoirs publics au financement de la recherche faite dans les entreprises.

Dans l'exposé qui suit, nous donnons la définition de nos variables et nous examinons brièvement les problèmes de mesure auxquels elles ont donné lieu. Les tableaux de l'appendice contiennent la série complète des données sur lesquelles notre analyse est fondée. Les renvois au bas des tableaux donnent des détails sur les sources de données et sur les procédures utilisées pour calculer certaines valeurs qui n'étaient pas disponibles directement.

La variable dépendante *(RESINT)*

Pour minimiser les effets de la variation d'un pays à l'autre du niveau absolu des dépenses au titre de la recherche et du développement, nous nous sommes servi de « l'intensité de la recherche » comme mesure du niveau d'activité. Cette variable correspond au rapport entre les dépenses des entreprises au titre de la recherche et du développement et la valeur de la production dans un secteur industriel donné, ces deux composantes du rapport étant mesurées en unités monétaires du pays concerné.

L'utilisation du « rapport d'intensité de la recherche et du développement » se justifie principalement par le fait que c'est l'indicateur sur lequel repose la politique de l'État et qui, par conséquent, se trouve au centre des débats sur cette question. (Au niveau de l'industrie, ce rapport équivaut au rapport DBRD/PIB qui s'applique à l'ensemble de l'économie).

Les dépenses consacrées à la recherche et au développement (RDNACU) – Nous avons employé la série de données qui était disponible pour le plus grand nombre de pays, à savoir « les dépenses internes dans la catégorie sciences naturelles et génie ». Les statistiques des pays qui donnent également les dépenses internes pour la recherche et le développement dans tous les secteurs scientifiques nous ont permis de constater que les sommes consacrées à la recherche dans les sciences humaines et sociales étaient peu importantes dans les industries composant notre échantillon. Le manque de données à ce titre ne pose donc aucun problème sérieux. Nos renseignements proviennent des résultats des enquêtes effectuées au cours de chacune des six « années statistiques internationales ».

La qualité de ces données (en particulier leur comparabilité d'un pays à l'autre) n'est certes pas parfaite. C'est ce qui ressort d'un document méthodologique de l'OCDE (1976), et des notes qui accompagnent les tableaux de chaque année statistique. Elle est néanmoins de beaucoup supérieure à celle des chiffres qui figurent à l'occasion dans des périodiques spécialisés et d'autres publications. Nous avons également examiné une autre mesure possible de l'effort de recherche et de développement, soit le nombre de scientifiques et d'ingénieurs employés. Les chiffres de l'OCDE comportent cependant des déficiences au niveau, par exemple, de la comparabilité de la formation académique de ces spécialistes d'un pays à l'autre, de la cohérence du décompte des employés à temps partiel et à temps plein, et ainsi de suite. Nous n'avons donc pas poussé plus loin nos recherches de ce côté.

La production (PRODNACU) – Le dénominateur de la variable dépendante est la valeur de la production (en millions d'unités monétaires du pays) au cours de l'année statistique appropriée. Ces chiffres ont été tirés des *Statistiques industrielles* publiées par les Nations Unies et de la publication de l'OCDE intitulée *L'industrie chimique*. Il serait certes plus avantageux d'employer la valeur ajoutée plutôt que la valeur de la production. Cette mesure serait probablement plus précise puisque les dépenses pour la recherche et le développement ne seraient pas mises en rapport avec des facteurs de production antérieurs. Cela pourrait modifier les résultats si le degré d'intégration verticale n'était pas le même d'un pays à l'autre. Les données sur la valeur ajoutée ne sont cependant disponibles que pour un nombre restreint de pays composant notre échantillon.

Les variables explicatives

La rentabilité de l'industrie (PROFITA et PROFITB) – Au départ, nous avions l'intention de mettre au point une mesure des facteurs « financiers » qui influent sur l'effort de recherche, comme la capacité d'autofinancement. Les données publiées des Comptes nationaux à partir desquelles on peut calculer de telles valeurs ne fournissent cependant pas une ventilation assez détaillée au niveau de l'industrie. Il ne nous a pas été possible de combler ces lacunes à partir des publications disponibles et même, dans le cas de l'industrie des produits pharmaceutiques, en ayant recours à une enquête par questionnaire.

Compte tenu de ces contraintes, nous avons défini deux variables instrumentales pour capter l'effet des facteurs financiers sur les dépenses de recherche des entreprises : la rentabilité de l'industrie et le climat d'investissement. Nous examinons ici la première de ces variables; la deuxième est décrite dans la sous-section suivante.

Pour la variable rentabilité de l'industrie, nous avons employé des données publiées par le département du Commerce des États-Unis sur le rendement des filiales des sociétés américaines qui exercent leurs activités dans les industries et les pays de l'échantillon. La variable représente donc la rentabilité d'un secteur industriel donné seulement dans la mesure où il y a une étroite corrélation entre le taux de rendement des filiales de sociétés américaines et celui des autres entreprises de cette industrie dans le pays.

À la lumière des travaux théoriques publiés sur le rôle de la rentabilité comme facteur déterminant des dépenses de recherche (voir le chapitre 4), nous avons eu recours à deux versions de cette variable dans nos régressions. La première (*PROFITA*) reflète le niveau de rentabilité et se définit comme le rapport entre le revenu net et l'avoir. La deuxième (*PROFITB*) représente la tendance de la rentabilité et correspond à la dérivée première de *PROFITA*.

Le climat d'investissement (INVCLIMA et INVCLIMB) – Cette variable traduit, d'une part, les conditions financières de l'industrie dans les pays de l'échantillon et, d'autre part, la situation économique d'ensemble de ces pays. Dans ce cas également, nous avons employé deux versions empiriques. La première (*INVCLIMA*) représente le taux de croissance de la formation brute de capital fixe dans l'industrie et le pays en cause, tel que donné dans la publication *Statistiques industrielles* des Nations Unies. La deuxième (*INVCLIMB*) est basée sur le rendement des filiales de propriété américaine et correspond au rapport entre les gains réinvestis et les gains totaux.

La concentration industrielle (CONCEN) – Tel que mentionné au chapitre 4, le rapport entre la concentration industrielle et l'intensité de l'effort de recherche a été abondamment traité dans la littérature. La question de la mesure de la concentration a fait, elle-même, l'objet de nombreuses études, portant notamment sur les avantages et les désavantages de mesures telles que les ratios de concentration, l'indice de Herfindahl, l'indice de Linda (voir par exemple Linda, 1976) et autres. Compte tenu des données disponibles, nous avons dû nous contenter du radio de concentration pour les quatre plus importantes enterprises ou de ses diverses approximations.

Mise à part la propriété étrangère, la variable *CONCEN* est celle pour laquelle l'absence de données fiables a exigé les efforts de recherche les plus fastidieux. Ces lacunes ont entraîné l'élimination d'un certain nombre de pays et d'industries de l'échantillon. Comme il ressort des notes explicatives qui accompagnent les tableaux en appendice, nos chiffres sur la concentration ne sont pas tous comparables. Dans certains cas, ils sont liés à la valeur des expéditions ou à la valeur ajoutée, dans d'autres à l'emploi, tandis que les calculs pour certaines industries ont dû s'accommoder de définitions légèrement différentes.

Pour la plupart des pays de l'échantillon, nous ne disposons pas de séries chronologiques sur la concentration. Nous avons cependant pu obtenir des ratios de concentration pour la période voisine de l'année 1973 dans le cas de la plupart des industries; nous avons par la suite fait l'hypothèse que ces valeurs s'appliquaient à toutes les années de recensement de l'OCDE. La validité de cette hypothèse, à savoir que la concentration n'a pas varié de façon significative au cours de la période à l'étude, semble confirmée dans l'ensemble lorsqu'on compare les

chiffres de 1973 à ceux des années antérieures, là où ils existent.

Le degré de propriété étrangère (FOROWN) – Les estimations du niveau de propriété étrangère ont été calculées à partir de diverses publications émanant de l'industrie, des gouvernements et des organismes internationaux. Selon l'industrie et la source de données, le degré de propriété étrangère peut être mesuré en fonction de la part des ventes ou de la production sur le marché intérieur détenue par des sociétés appartenant à des intérêts étrangers ou à leur part de l'emploi, etc. (Les détails sont fournis dans les renvois au bas des tableaux de l'appendice). Pour de nombreux pays de l'échantillon, des mesures plus adéquates, telles que la part des actifs de l'industrie détenue par des intérêts étrangers, n'étaient pas disponibles. Comme dans le cas des ratios de concentration, nous avons supposé que les niveaux de propriété étrangère observés durant la période avoisinant l'année 1973 s'appliquaient à l'ensemble de la période étudiée.

La balance commerciale (TRADEBALA ou TRADEBALB ou TRADEBALC) – Deux de ces variables évaluent dans quelle mesure une industrie, dans un pays donné, est tournée vers l'exportation : *TRADEBALA* correspond au rapport (exportations – importations)/exportations + importations) et *TRADEBALC* équivaut au rapport (exportations – importations)/(production – exportations + importations). Ces mesures font partie des variables explicatives en vertu de l'hypothèse voulant que la réussite sur les marchés d'exportation dépend, dans une large mesure, de l'aptitude de l'industrie exportatrice à innover. Autrement dit, elles visent à refléter dans quelle mesure les résultats de la recherche et du développement effectués dans le passé sont un facteur déterminant des dépenses courantes au titre de la recherche et du développement.

La variable *TRADEBALB*, par contre, sert à mesurer jusqu'à quel point une industrie, dans un pays donné, est soumise à la concurrence des importations. Elle est définie comme étant le rapport entre les importations et la taille du marché intérieur, c'est-à-dire le rapport (importations)/(production – exportations + importations). Le signe éventuel de cette variable dans nos calculs de régression est difficile à prédire puisque celle-ci peut traduire deux effets tout à fait distincts. D'une part, elle peut refléter le faible degré de réussite d'une industrie dans le passé face à la concurrence internationale et peut ainsi être interprétée de la même manière que *TRADEBALA* et *TRADEBALC*. D'autre part, on pourrait également soutenir qu'une vive concurrence de la part des importations aura pour effet d'inciter les entreprises à augmenter leurs dépenses au titre de la recherche et du développement; ainsi, plus *TRADEBALB* sera élevé, plus les dépenses courantes pour la recherche et le développement dans une industrie et un pays donnés seront élevées.

Les variables reliées à la balance commerciale doivent, bien entendu, être interprétées avec prudence dans le cas des industries qui dépendent largement des ressources naturelles. Elles reflètent alors l'abondance relative de ces facteurs de production plutôt que le rendement antérieur de l'industrie sur le plan de l'innovation. Les données sur les exportations et les importations proviennent des statistiques commerciales internationales de l'OCDE et les données sur la production proviennent de la publication *Statistiques industrielles* des Nations Unies.

Le financement public direct des dépenses du secteur des entreprises au titre de la recherche et du développement (GOVCONT) – Les données qui servent à mesurer notre variable dépendante portent sur les dépenses internes des entreprises pour la recherche et le développement dans le domaine des sciences naturelles et du génie. Le financement de ces dépenses est assuré en grande partie par les sociétés qui effectuent la recherche mais, à des degrés divers, il provient également d'autres entreprises, d'organismes à but non lucratif, d'institutions d'enseignement supérieur, de sources étrangères et du secteur public. Cette dernière source de financement présente un intérêt particulier, comme nous l'avons signalé au chapitre 4.

Nous avons inclus dans nos régressions une mesure de la contribution directe de l'État au financement de la recherche et du développement dans l'industrie (qui doit être considérée distinctement de l'effet qu'exercent les pouvoirs publics à titre d'acquéreurs de « haute technologie » et de leur rôle macroéconomique par le biais de la politique monétaire et budgétaire, lequel peut engendrer un certain « climat d'innovation ». Cette variable est représentée ici par le rapport entre le montant du financement provenant de l'État au titre de la recherche et du développement et les dépenses totales des entreprises à ce titre dans une industrie et un pays donnés. Les renseignements pertinents sont tirés des tableaux du recensement biennal de l'OCDE intitulés « R & D selon l'origine des fonds ». En raison des nombreuses lacunes de cette série de données, nous avons dû exclure un certain nombre d'observations de nos régressions et, dans le cas de certaines industries, à laisser tomber la variable *GOVCONT*.

Le climat fiscal dans les pays de l'échantillon (TAXBURDEN) – Deux aspects importants de cette variable la rendent différente des autres. Il s'agit, en

premier lieu, d'une mesure qui s'applique à l'ensemble de l'économie d'un pays et dont la valeur ne varie pas d'une industrie à l'autre. En second lieu, comme dans le cas des variables de concentration et de propriété étrangère définies précédemment, elle ne varie pas en fonction du temps. À cause des données limitées dont nous disposions, nous avons dû prendre une mesure du fardeau fiscal qui s'appliquait à un moment donné dans un pays et faire l'hypothèse (quelque peu irréaliste) qu'elle convenait pour l'ensemble de la période étudiée.

Nos données proviennent de l'ouvrage de Bergsten, Horst et Moran (1978). La mesure du fardeau fiscal que nous avons employée correspond à la valeur de l'impôt sur le revenu versé par les filiales des sociétés américaines au gouvernement du pays d'accueil en pourcentage du revenu imposable. Le total de l'impôt sur le revenu versé comprend « l'impôt réel sur le revenu réalisé à l'étranger » plus « la retenue fiscale versée à l'étranger ». Les chiffres se rapportent à l'année financière 1968. Bien que les taux d'imposition pour la période plus récente ne soient pas disponibles, Bergsten, Horst et Moran (1978, p. 190) affirment que les taux d'imposition qu'ils ont calculés correspondent dans l'ensemble aux taux observés lors des enquêtes du département du Commerce des États-Unis en 1966 et 1970.

Comme dans le cas de nos mesures de la rentabilité et de l'une des versions de la variable portant sur le climat d'investissement, les données sur le fardeau fiscal se rapportent exclusivement aux filiales appartenant à des intérêts américains et il se peut qu'elles ne soient pas représentatives du fardeau fiscal supporté par les autres entreprises. Le peu de renseignements dont nous disposons ne nous permet pas de déterminer dans quelle mesure les divers « pays d'accueil » de notre échantillon ont une politique fiscale discriminatoire à l'endroit des filiales de sociétés étrangères ou d'établir jusqu'à quel point les taux d'imposition que nous avons retenus s'écartent des taux effectifs pour l'industrie dans son ensemble. Néanmoins, nous croyons qu'il est préférable d'utiliser les taux d'imposition réels, comme nous l'avons fait, plutôt que les taux d'imposition nominaux (statutaires) qui ne tiennent pas compte du degré de latitude dont dispose chacun des pays pour manipuler l'assiette fiscale.

L'importance de l'infrastructure scientifique (SCIBASE) – Cette variable vise à mesurer l'importance des ressources scientifiques disponibles à l'échelle d'un pays donné et que les industries peuvent mettre à profit d'une manière ou d'une autre. Elle correspond au rapport entre la main-d'œuvre totale consacrée à la recherche et au développement (exprimée en équivalents de personnel à temps plein) et la population active totale dans un pays. La définition de la main-d'œuvre consacrée à la recherche et au développement comprend les scientifiques et les ingénieurs, les techniciens et les « autres » employés affectés à des activités de recherche dans tous les secteurs de l'économie (secteur des entreprises, secteur public, organismes à but non lucratif et institutions d'enseignement supérieur). Le même rapport s'applique, bien entendu, à l'ensemble des industries dans un pays donné.

Il existe de nombreuses sources d'information sur les ressources humaines consacrées à la recherche et au développement. Cependant, les données comportent habituellement, d'un pays à l'autre, des différences touchant les compétences du personnel de recherche, le décompte des employés à temps partiel et à temps plein, l'inclusion des sciences naturelles et du génie seulement ou de toutes les sciences, ainsi que d'autres aspects. Nous n'avons pu retracer que deux séries cohérentes de données de l'OCDE qui permettaient de comparer l'ensemble des pays de l'échantillon : l'un se rapportait à l'année 1970 et l'autre à l'année 1977. Dans nos régressions, nous avons fait l'hypothèse que la première série s'appliquait à la période 1967-1971 et que la deuxième s'appliquait à la période 1973-1977. (On trouvera des détails sur les sources de données et sur leur champ d'application dans le tableau approprié de l'appendice).

Nous croyons important de souligner de nouveau que nos variables dépendantes mesurent exclusivement « la recherche et le développement du secteur des entreprises privées », c'est-à-dire seulement la recherche effectuée dans ce secteur. Ainsi, il n'y a aucune raison de s'attendre à ce que la variable *SCIBASE* ne constitue qu'une autre mesure de la variable dépendante. Premièrement, la répartition de la recherche et du développement dans l'ensemble de l'économie varie d'un pays à l'autre. Deuxièmement, le fait d'omettre cette variable de notre équation de régression équivaudrait à commettre une erreur de spécification, car on ne tiendrait pas compte de la mesure variable selon laquelle différentes industries dans divers pays mettent à profit les résultats de la recherche et du développement effectués dans les autres secteurs de l'économie.

L'efficacité de la protection accordée par brevet (PRODPAT) – Pour la plupart des industries de notre échantillon, le niveau de protection accordée par le régime de brevets est uniforme d'un pays à l'autre. Le seul cas d'exception est celui de l'industrie des produits pharmaceutiques où certains pays ne permettent de breveter que le procédé, mais non le produit, laissant ainsi la porte largement ouverte à la

contrefaçon et décourageant, par voie de conséquence, l'investissement dans la recherche et le développement. Dans le cas particulier de l'Italie, durant la période sur laquelle portent nos données, même le procédé n'était pas brevetable. Nous avons représenté cette différence dans le niveau de protection des brevets au moyen d'une variable auxiliaire qui prend la valeur un dans le cas des pays où un brevet peut s'appliquer aussi bien au produit qu'au procédé et la valeur zéro dans les autres cas. (Nous avions tout d'abord introduit deux variables auxiliaires dans notre régression afin d'établir la distinction entre les deux types de protection accordée par brevet. Nous avons dû par la suite modifier notre approche car la variable auxiliaire représentant le brevet pour le procédé s'est avérée non significative dans presque tous les cas. Il y a sans doute lieu de souligner que nous ne cherchons pas à comparer les effets d'une absence totale de protection à ceux d'un niveau donné de protection, mais plutôt les effets de deux niveaux de protection, l'un faible l'autre élevé).

Il y a lieu par ailleurs de tenir compte de l'existence, dans l'industrie des produits pharmaceutiques, de dispositions portant sur l'octroi obligatoire de licences et de l'étendue de leur application dans les pays de l'échantillon. L'insuffisance de données ne nous a malheureusement pas permis de mesurer leur effet sur l'effort de recherche et de développement.

Quelques problèmes économétriques

Combinaison transversale de séries chronologiques

La base de données de chaque régression est composée des observations pour chacune des variables au cours des six « années statistiques internationales de l'OCDE » (1967, 1969, 1971, 1973, 1975 et 1977). En plus des problèmes d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation des résidus qui sont parfois présents dans ces ensembles de données (ces cas sont examinés ci-après), la question de la stabilité temporelle des coefficients de régression se pose également.

En d'autres termes, il est possible que l'incidence de chaque variable explicative sur l'intensité de la recherche et du développement varie au cours des dix années de la période d'échantillonnage. Nous avons tout d'abord tenté de résoudre ce problème en incluant des variables auxiliaires temporelles. Les résultats (qui ne sont pas présentés ici) ont été remarquablement cohérents d'une industrie à l'autre. Les coefficients des variables auxiliaires n'étaient pas statistiquement significatifs et l'inclusion de ces variables n'a pas modifié de façon appréciable les valeurs ou la signification statistique des autres coefficients; il n'en est pas non plus résulté un ajustement plus précis des équations. Ces résultats confirment donc l'hypothèse de la stabilité temporelle de nos coefficients de régression.

Dans le même ordre d'idée, on pourrait faire valoir que l'influence d'une variable explicative n'est pas la même d'un pays à l'autre. En principe, il serait possible de vérifier cette hypothèse en incluant des variables auxiliaires pour les divers pays. Cependant, une des hypothèses fondamentales à la base de cette façon particulière d'aborder la question de la comparaison internationale des activités de recherche et de développement est qu'il existe une « norme moyenne de l'OCDE » sur laquelle on peut raisonnablement s'appuyer pour estimer le niveau anticipé de recherche et de développement dans le cas du Canada. Bien que cette hypothèse puisse s'avérer irréaliste, nous croyons que la méthode sur laquelle elle est fondée constitue un progrès par rapport aux comparaisons globales dont nous avons fait la critique dans les chapitres précédents.

Hétéroscédasticité

À cause du petit nombre d'observations de notre échantillon, il ne nous est pas possible de vérifier rigoureusement si ce problème se pose. Soulignons, cependant, que toutes nos variables sont exprimées sous la forme de rapports, ce qui élimine l'effet attribuable aux différences de taille entre les pays de l'échantillon. Nous sommes donc d'avis que la précision de nos estimations n'est pas réduite de façon significative par la présence éventuelle d'un problème de cette nature.

Autocorrélation

Il y a lieu de rappeler que nous ne disposons que de six observations temporelles pour chaque industrie dans un pays donné (correspondant aux années statistiques 1967, 1969, 1971, 1973, 1975 et 1977 de l'OCDE). Il se peut fort bien qu'il y ait autocorrélation entre ces observations, mais aucun test statistique, pas plus qu'un examen sommaire des résidus, n'a permis d'établir clairement la présence d'un tel phénomène. Il nous est apparu discutable de calculer un coefficient d'autocorrélation à partir de cinq observations et d'ajuster par la suite une régression en fonction de l'autocorrélation observée. Nous avons néanmoins tenté de le faire dans le cas de trois industries. Pour l'une d'entre elles, les résultats s'écartaient largement de ceux de la régression sans ajustement. À cause du caractère peu concluant de ces expériences et de l'absence de toute information sur la nature précise (et même sur l'existence) d'un phénomène d'autocorrélation, nous en sommes venus à la conclusion que, dans le cas présent, nous risquons davantage de dénaturer les données en

appliquant la procédure d'ajustement qu'en s'abstenant de le faire. Les résultats que nous avons obtenus avec les variables auxiliaires temporelles ajoutées aux équations de régression viennent confirmer indirectement cette décision.

Direction de la causalité

Dans le cas d'au moins deux variables utilisées dans notre analyse (la propriété étrangère et la rentabilité), l'exposé du chapitre 4 permet de penser qu'il peut y avoir une relation de causalité dont la direction soit à l'inverse de celle que postule notre régression. Ce qui voudrait dire que les estimations obtenues par la méthode des moindres carrés pour les facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement dans notre modèle à une seule équation seraient faussées et incohérentes.

Dans le cas de la propriété étrangère, tel que signalé au chapitre 4, l'argument est à l'effet que le niveau de propriété étrangère est élevé dans les industries où l'effort de recherche est important, non pas parce que les entreprises sous contrôle étranger font plus de recherche, mais plutôt parce que les investissements étrangers ont tendance à être attirés vers des industries où l'intensité de la recherche et du développement est élevée. À notre avis, cette possibilité n'affecte pas la validité de notre modèle à une équation appliqué à une industrie dans un échantillon regroupant plusieurs pays. Il y a lieu de rappeler que notre variable dépendante est liée à des flux courants de dépenses au titre de la recherche et du développement tandis que la variable propriété étrangère qui figure du côté droit de l'équation mesure un stock, c'est-à-dire qu'elle reflète les flux d'investissement antérieurs au cours d'une longue période. Soulignons enfin que le contexte approprié pour aborder le problème de la causalité, tel que soulevé par Caves (1971), est d'axer la recherche de manière à expliquer pourquoi le degré de propriété étrangère varie d'une industrie à l'autre. Nos régressions ne portent que sur une seule industrie à la fois dans un échantillon composé de plusieurs pays et elles ne peuvent donc servir à vérifier l'hypothèse de Caves.

Nous avons néanmoins tenté de faire une vérification sur ce point en construisant une variable instrumentale pour capter l'effet de la propriété étrangère comme facteur déterminant de la recherche et du développement dans deux industries canadiennes où la pénétration étrangère est importante : celle des produits pharmaceutiques et celle des machines électriques. Les résultats, qui figurent aux tableaux correspondants, ne s'écartent pas de façon prononcée de ceux obtenus avec la méthode des moindres carrés ordinaires.

La relation de causalité entre la variable rentabilité et l'intensité de la recherche et du développement soulève peut-être un problème plus épineux. Bien qu'il semble que l'effet dominant soit celui qu'exercent la recherche et le développement passés sur les profits courants, les données empiriques qui existent sur le rôle des gestionnaires dans la répartition des profits courants entre le financement des activités de recherche et de développement et d'autres utilisations (voir le chapitre 4) nous incite à penser que cette question mérite d'être étudiée davantage. Nos données ne permettent pas d'aborder cette question de façon satisfaisante; seules des observations annuelles au niveau de l'entreprise rendraient possible une telle analyse.

6 Estimation de la fonction de recherche et de développement pour certaines industries

Au moment de formuler nos équations de régression, nous avons dû faire comme la plupart de ceux qui ont publié jusqu'ici des études empiriques dans le domaine de l'organisation industrielle, soit de reconnaître que l'estimation de tout modèle structurel raisonnablement conforme à la réalité exige des données dont la qualité dépasse de loin celle des données dont on dispose habituellement. La démarche la plus appropriée dans les circonstances consiste à déterminer quelles sont les relations causales dont l'importance sur le plan théorique et empirique a été confirmée dans les écrits sur le sujet (voir le chapitre 4), à définir des indicateurs convenables qui peuvent être mesurés et à formuler une équation de régression à partir de ces éléments.

Deux séries de régressions ont été calculées pour chaque industrie : en excluant le Canada de l'échantillon dans un cas, et en l'incluant dans l'autre. Dans le premier cas, les régressions servent à « prévoir » l'intensité de la recherche et du développement au Canada en supposant que le niveau d'activité doive correspondre à la norme de l'OCDE. Dans l'autre cas, les régressions fournissent des renseignements permettant d'analyser l'importance relative des divers facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement tels que proposés par la théorie; ces résultats peuvent également nous aider à mieux cerner la dynamique distincte d'un facteur déterminant dans le contexte canadien. Pour chacun des échantillons excluant et incluant le Canada, nous avons estimé une forme linéaire et une forme logarithmique de notre modèle; les résultats obtenus pour l'une et l'autre forme sont présentés côte à côte.

Pour chaque industrie, donc, nous présentons quatre séries d'estimations qui correspondent aux équations *LINÉAIRES* excluant et incluant le Canada, et aux équations *LOGARITHMIQUES* excluant et incluant le Canada. Chacune des équations dont nous faisons état est en quelque sorte la version finale issue d'un ensemble plus vaste d'estimations où plusieurs variantes de chacune des variables suivantes ont été mises à l'essai : la rentabilité, le climat d'investissement et le succès obtenu par le passé dans les activités de recherche et de développement, ce dernier facteur étant représenté par diverses spécifications de la balance commerciale.

Pour chacune des sept industries de l'échantillon, nous avons tout d'abord estimé l'équation « complète » suivante :

Recherche et développement/valeur de la population = *f* (rentabilité de l'industrie; climat d'investissement; concentration; propriété étrangère; fardeau fiscal; contribution gouvernementale; infrastructure scientifique).

Les quatre premières variables constituent les éléments de base de la plupart des modèles de détermination de la recherche et du développement que l'on retrouve dans les travaux publiés sur le sujet. Bien que les opinions diffèrent (voir le chapitre 4) sur la direction probable et la nature exacte de leur influence sur la recherche et le développement, nous avons jugé qu'en raison de leur importance, ces variables devraient apparaître dans toutes les équations, quelle que soit la signification statistique des coefficients estimés. L'inclusion des quatre autres variables, par contre, se fonde sur des principes théoriques moins solides et nous ne les avons retenues que dans les équations où leurs coefficients étaient statistiquement significatifs. Le reste du présent chapitre est consacré à l'exposé de nos résultats, industrie par industrie.

L'industrie du papier

Dans les statistiques biennales publiées par l'OCDE sur les dépenses de recherche, les classes 341 et 342 de la CITI, c'est-à-dire l'industrie du papier (pâte, transformation, fabrication) et l'industrie de l'imprimerie, sont regroupées. Selon tous les indices dont nous disposons, les dépenses de recherche dans l'industrie de l'imprimerie sont peu élevées. Nous avons donc fait l'hypothèse que les dépenses de recherche n'étaient attribuables qu'à l'industrie du papier et nous n'avons employé que les statistiques

qui s'y rapportaient (pour la production, le commerce extérieur, la concentration, par exemple). Nous espérions ainsi éviter d'alourdir notre modèle en y introduisant les données superflues du secteur de l'imprimerie qui risquaient également de biaiser les résultats.

Le tableau 6-1, de même que les tableaux subséquents sur les autres industries, présente les résultats de la version finale de nos régressions pour les formes linéaires et logarithmiques. Les noms des pays compris dans l'échantillon figurent dans le titre. Nous rappelons qu'il y a six observations par pays (1967, 1969, 1971, 1973, 1975 et 1977), sauf dans le cas du Royaume-Uni dont le rapport à l'OCDE pour l'année 1977 n'était pas encore publié en avril 1981.

L'équation qui a donné les résultats les plus satisfaisants est celle qui prend la forme logarithmique. Toutefois, les trois variables *PROFITA*, *INVCLIMA* et *TRADEBALC*, conservent une forme linéaire puisqu'elles peuvent prendre des valeurs négatives. L'équation n'inclut pas de variable pour la contribution du gouvernement à la recherche faite en milieu industriel. Les premières régressions effectuées ont en effet révélé que la variable *GOVCONT* n'exerçait pas une influence appréciable sur l'intensité de la recherche. Les régressions effectuées à partir de l'échantillon excluant le Canada servent à faire des prévisions sur l'intensité de la recherche au Canada et à appliquer un test d'aberrance sur les données canadiennes.

La variable *PROFITA*, qui représente la rentabilité, se calcule en divisant le revenu des filiales américaines à l'étranger par leur avoir; elle s'écarte à peine du seuil de 5 % du test bilatéral de signification statistique. (Il est à noter que tous les tests de signification appliqués aux coefficients de régression sont des tests bilatéraux, sauf dans le cas de *SCIBASE*, où, les hypothèses sur le signe du coefficient n'étant pas assez bien fondées, nous sommes en droit de recourir à un test unilatéral). La variable du climat d'investissement, *INVCLIMA*, qui est mesurée par le taux de croissance de la formation brute de capital fixe dans un pays donné, a une signification statistique moindre. Le signe de ces deux variables est cependant positif, comme on pouvait s'y attendre.

Tableau 6-1

Régressions portant sur l'industrie du papier, Canada et France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

	Forme linéaire		Forme logarithmique	
Variable	Excluant le Canada	Incluant le Canada	Excluant le Canada†	Incluant le Canada
CONSTANT	0,01855**	0,02052**	22,2997*	22,3015**
	(3,3)	(3,8)	(4,4)	(4,7)
PROFITA (linéaire seulement)	0,07269	0,00391	2,39971	2,70045**
	(1,5)	(0,9)	(1,9)	(2,5)
INVCLIMA (linéaire seulement)	0,01093	0,00075	0,38404	0,28282
	(0,8)	(0,6)	(1,1)	(0,9)
CONCEN	-0,00006	-0,00007*	-0,91159**	-0,90150**
	-(1,9)	-(2,3)	-(3,3)	-(3,5)
FOROWN	0,00008	-0,00004	0,12851	0,15309**
	(1,3)	-(0,2)	(1,9)	(2,8)
TAXBURDEN	-0,00051**	-0,00049**	-7,94434**	-7,93602**
	-(4,7)	-(4,6)	-(6,4)	-(6,8)
TRADEBALC (linéaire seulement)	0,01437**	0,01313**	3,18711**	3,28179**
	(9,1)	(10,5)	(9,7)	(11,9)
SCIBASE	0,00088**	0,00074**	2,11456**	2,11476**
	(5,6)	(6,2)	(9,3)	(9,9)
$\bar{R}^2$	0,76	0,78	0,85	0,82
F	19,2	19,9	26,7	31,7
Écart-type de l'estimation	0,00134	0,00134	0,33153	0,31338
N	41	47	41	47

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
*Significatif au seuil de 95 %.
**Significatif au seuil de 99 %.
SOURCE Estimations des auteurs.

On constate que l'effet de la concentration industrielle (*CONCEN*) est négatif et très significatif, tandis que l'effet positif de la variable propriété étrangère (*FOROWN*) se situe près du seuil de signification. Il s'agit dans les deux cas de résultats inattendus par rapport aux notions conventionnelles, alors que l'incidence négative et fortement significative de la variable fiscale (*TAXBURDEN*) correspond aux résultats attendus. Il semble également que l'infrastructure scientifique d'un pays (*SCIBASE*), représentée par la proportion de la population active qui se consacre à la recherche scientifique, exerce une forte influence positive sur l'intensité de la recherche dans l'industrie du papier. Enfin, la validité d'ensemble de l'ajustement de la régression, qui est mesurée par le coefficient R^2 corrigé en fonction des degrés de liberté, est très acceptable dans le cas d'une coupe transversale de séries chronologiques telle que celle-ci.

Le fait d'inclure les six observations du Canada dans la régression logarithmique consolide les résultats qui précèdent de façon quasi uniforme et les coefficients des variables « rentabilité » et « propriété

Tableau 6-2

Comparaison des niveaux prévus et observés de l'intensité de la recherche et du développement dans sept industries, Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

Valeur	1967	1969	1971	1973	1975	1977	Moyenne	Prévision/valeur observée (moyenne)
								(en pourcentage)
Papier								
Prévision	0,0046	0,0057	0,0043	0,0032	0,0037	0,0037	0,0040	
Valeur observée	0,0077	0,0059	0,0045	0,0035	0,0036	0,0039	0,0046	87
95%	0,0003	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	
intervalle	0,0719	0,0681	0,0498	0,0487	0,0454	0,0411	0,0464	
Produits chimiques								
Prévision	0,0240	0,0195	0,0199	0,0179	0,0195	0,0184	0,0192	
Valeur observée	0,0174	0,0155	0,0142	0,0130	0,0115	0,0098	0,0133	144
95%	0,0029	0,0031	0,0029	0,0033	0,0021	0,0039	0,0033	
intervalle	0,1420	0,1240	0,1383	0,0984	0,1810	0,0864	0,1112	
Produits pharmaceutiques								
Prévision	-0,01677	-0,01045	-0,02052	-0,02059	-0,03477	-0,01713	-0,02004	
Valeur observée	0,03547	0,03765	0,03249	0,04044	0,04396	0,03345	0,03725	Prévision
95%	-0,21706	-0,22088	-0,22046	-0,21257	-0,26719	-0,21173	-0,21486	négative
intervalle	0,18352	0,19998	0,17942	0,17139	0,19765	0,17747	0,17478	
Caoutchouc et plastiques								
Prévision	-0,02693	-0,02699	-0,02705	-0,02787	-0,02668	-0,02602	-0,02692	
Valeur observée	0,00403	0,00362	0,00367	0,00287	0,00239	0,00218	0,00313	Prévision
95%	-0,13481	-0,1302	-0,13210	-0,13500	-0,13030	-0,12690	-0,13130	négative
intervalle	0,08095	0,00362	0,00367	0,00287	0,00239	0,00218	0,00313	
Métaux non ferreux								
Prévision	0,01809	0,01596	0,01852	0,01725	0,01789	0,01200	0,01645	
Valeur observée	0,01129	0,00998	0,01238	0,01118	0,01485	0,00321	0,00951	172
95%	0,00033	0,00038	0,00034	0,00405	0,00039	0,00039	0,00039	
intervalle	0,97824	0,66831	1,00101	0,01118	0,01485	0,00321	0,00951	
Machinerie, autre qu'électrique								
Prévision	0,01949	0,01995	0,01597	0,00977	0,01055	0,01138	0,01391	
Valeur observée	0,00633	0,00735	0,00868	0,00928	0,01485	0,01145	0,00928	150
95%	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	
intervalle	57,91637	32,16889	35,80187	17,37444	19,51142	13,06582	23,31274	
Machinerie électrique								
Prévision	0,04241	0,03923	0,04174	0,03744	0,04105	0,04207	0,04064	
Valeur observée	0,03410	0,03139	0,03304	0,02987	0,02724	0,02919	0,03072	132
95%	0,00771	0,00713	0,00842	0,00617	0,00785	0,00618	0,00777	
intervalle	0,23340	0,21589	0,20701	0,22718	0,21459	0,26767	0,21246	

SOURCE Estimations des auteurs.

étrangère » atteignent le seuil de signification de 1 %. Dans le cas de la propriété étrangère tout au moins, le fait que le résultat s'en trouve amélioré ne cadre pas avec les statistiques canadiennes de 1975, qui montrent que l'effort de recherche des filiales étrangères est moins grand que celui des sociétés canadiennes, compte tenu de leurs chiffres de ventes respectifs (MEST, 1979).

Les prévisions calculées à partir des équations finales pour l'industrie du papier et pour toutes les autres industries figurent au tableau 6-2. Nous présentons les prévisions obtenues pour chacune des six années ainsi que la prévision moyenne. Les valeurs calculées sont comparées aux valeurs observées et nous indiquons également les intervalles de confiance des prévisions au seuil de 95 %.

L'opération que nous avons effectuée consistait à multiplier les niveaux observés au Canada pour chacune des variables déterminantes par les valeurs estimées du rapport entre chaque facteur déterminant et l'intensité de la recherche et du développement dans les pays de l'échantillon, en excluant le Canada.

En estimant des coefficients de régression à partir d'une base de données constituée d'une coupe transversale de pays, nous supposons implicitement que le degré d'influence d'une variable sur l'intensité de la recherche et du développement est le même dans tous les pays de l'échantillon. La méthode de prévision employée ici se trouve à étendre la portée d'une telle hypothèse au cas du Canada. Une interprétation des coefficients estimés fondée sur cette hypothèse n'est donc rigoureusement exacte que si l'équation de régression tient compte de toutes les différences pertinentes entre les pays étudiés. Comme nous l'avons déjà indiqué, cependant, il n'a pas été possible d'introduire des variables pour tenir compte de certaines de ces différences, en raison de la nature des données disponibles, des difficultés conceptuelles et des problèmes de mesure rencontrés ainsi que pour d'autres raisons. Néanmoins, le fait que nos régressions expliquent une proportion relativement élevée de la variance dans les données permet de croire que la procédure que nous avons suivie est à la fois valide et fiable.

Comme on peut le voir dans les deux premières lignes, la prévision issue du modèle axé sur la norme de l'OCDE sous-estime légèrement le niveau réel de l'intensité de la recherche et du développement dans l'industrie canadienne du papier. Autrement dit, dans la mesure où notre modèle est valide, l'industrie canadienne des pâtes et papiers consacre à la recherche des ressources qui sont proportionnellement tout aussi considérables, sinon davantage, que celles que lui consacrent les pays industriels avancés qui font partie de notre échantillon.

Il se pourrait, bien entendu, que l'industrie papetière du Canada (ou les autres industries à l'étude) ne fasse pas partie du même univers ou de la même population d'échantillonnage que celle des autres pays de l'OCDE. Il est donc nécessaire de vérifier l'hypothèse selon laquelle les observations pour les variables dépendantes et indépendantes dans le cas du Canada proviennent de la même population ou de la même structure que celles des autres pays de l'échantillon.

Le test qui convient dans le cas présent est le suivant (Johnston, 1972, p. 154) :

$$t = \frac{\hat{Y}_{CAN} - Y_{CAN}}{s\left[1 + c'\,(X'X)^{-1}\,c\right]^{\frac{1}{2}}}$$

où

$\hat{Y}_{CAN}$ = la valeur prévue de l'intensité de la recherche et du développement au Canada;

Y_{CAN} = la valeur observée de l'intensité de la recherche et du développement au Canada;

s = l'erreur type de la régression portant sur les données excluant le Canada;

$(X'X)^{-1}$ = la matrice de variance-covariance des coefficients estimés dans une régression excluant le Canada;

c = le vecteur des valeurs canadiennes pour les variables indépendantes associées à la régression.

Si la valeur calculée de t dépasse une grandeur critique pré-établie, dans ce cas-ci un test bilatéral au seuil de 5 % à N-K degrés de liberté (où N est le nombre d'observations et K le nombre de coefficients de régression), on peut supposer que les observations portant sur le Canada proviennent d'une structure différente.

Nos calculs des valeurs de t s'appuient sur la moyenne des observations canadiennes des six années à l'étude. Les résultats sont récapitulés au tableau 6-3. Il est évident d'après ce test que l'industrie papetière du Canada ne représente pas une aberration statistique et qu'elle fait partie de l'ensemble que nous avons implicitement postulé.

Tableau 6-3

Test d'aberrance dans sept industries, Canada, 1967-1977

Industrie	Valeur observée de *t*	Valeur critique de *t*	Aberrance des observations
Papier	-0,113	2,04	non
Produits chimiques	0,419	2,04	non
Produits pharmaceutiques	-0,579	2,04	non
Caoutchouc et plastiques	-0,600	2,08	non
Métaux non ferreux	0,297	2,08	non
Machinerie, autre qu'électrique	0,111	2,05	non
Machinerie électrique	0,321	2,04	non

SOURCE Estimations des auteurs.

L'industrie des produits chimiques

D'une manière générale, les variables seules qui sont reliées à des caractéristiques nationales ont une incidence statistiquement significative sur l'intensité de la recherche dans l'industrie des produits chimiques. C'est ce qui ressort du tableau 6-4. Cependant, la variable concentration devient significative dans l'équation logarithmique lorsque le Canada est exclu de l'échantillon et que l'on fait intervenir à la fois la valeur de la variable et le carré de cette valeur (voir la dernière colonne du tableau). La relation non linéaire (souvent postulée) indique alors que, jusqu'à un certain degré de concentration, l'effet de cette variable sur l'intensité de la recherche est positif, mais qu'au delà l'effet devient négatif. Dans la même équation, la variable propriété étrangère devient significative et a un effet positif. Lorsque le Canada fait partie de l'échantillon, les deux variables de concentration et la variable propriété étrangère n'atteignent plus le seuil de signification. Nous aurions préféré fonder la prévision et le test d'aberrance sur l'équation « *LOG* excluant le Canada », mais le degré très élevé de corrélation entre *CONCEN* et $CONCEN^2$ ($R^2 = 0,97$) excluait l'opération matricielle nécessaire à l'établissement des intervalles de confiance.

Il y a lieu de mentionner deux aspects plutôt intéressants des variantes logarithmiques finales (sans $CONCEN^2$). Premièrement, le fait d'inclure le Canada dans l'échantillon a rendu significative l'influence positive de la variable représentant le fardeau fiscal (voir au chapitre 4 nos commentaires sur ce résultat qui échappe à l'intuition, dans la section sur le fardeau fiscal). Deuxièmement, il s'ensuit également une augmentation de la valeur négative du coefficient de la variable propriété étrangère, sans toutefois qu'il ne devienne significatif. Ceci est compatible avec ce que révèlent les statistiques de 1975, à savoir que les entreprises de produits chimiques sous contrôle étranger opérant au Canada consacrent à la recherche des sommes proportionnellement beaucoup moins élevées que les sociétés canadiennes (MEST, 1979).

Notons enfin l'incidence négative du financement public sur l'intensité de la recherche. L'éventualité d'un tel résultat a aussi été examinée au chapitre 4. On ne peut cependant pas écarter la possibilité qu'une bonne partie des subventions de l'État aillent aux industries où l'on entreprend le moins de recherches. Nous n'avons pas eu l'occasion de vérifier cette hypothèse.

Comparativement à l'industrie du papier, les résultats des régressions pour l'industrie des produits chimiques sont légèrement moins bien ajustés, peut-être parce que celle-ci est moins homogène et que l'on a obtenu une surestimation considérable de l'intensité de la recherche. Les résultats du test d'aberrance indiquent ici également qu'il semble raisonnable de supposer que l'industrie canadienne des produits chimiques appartient au même univers que celle des autres pays membres de l'OCDE.

L'industrie des produits pharmaceutiques

Les dépenses de recherche de cette industrie, la seule de notre échantillon qui comporte une désignation CITI à quatre chiffres, ne sont pas incluses dans les dépenses de l'industrie des produits chimiques. L'apport du secteur public au financement de la recherche effectuée dans les entreprises de produits pharmaceutiques est très restreint et nous n'en avons pas tenu compte dans l'analyse. Tel que mentionné, nous avons recueilli des données sur la nature de la protection accordée par brevet (le brevet porte-t-il sur le produit ou simplement sur le procédé de fabrication ?) et nous les avons employées dans l'estimation de la fonction.

Tableau 6-4

Régressions portant sur l'industrie des produits chimiques, Canada, France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

	Forme linéaire		Forme logarithmique		Forme logarithmique incluant *CONCEN²*	
Variable	Excluant le Canada	Incluant le Canada	Excluant le Canada†	Incluant le Canada	Incluant le Canada	Excluant le Canada
CONSTANT	0,02314 (0,5)	0,00945 (0,3)	-9,99891 -(1,7)	-15,8111** -(2,8)	-12,2487* -(2,3)	-2,43610 -(0,5)
PROFITA (linéaire seulement)	0,00092 (0,1)	0,00013 (0,1)	-0,26429 -(0,5)	0,04759 (0,1)	0,19208 (0,4)	-0,22149 -(0,5)
INVCLIMA (linéaire seulement)	0,00211 (0,4)	0,00108 (0,3)	0,13001 (0,8)	-0,01430 -(0,1)	0,08314 -(0,6)	0,02729 (0,2)
CONCEN	0,00033** (3,7)	-0,00032** -(3,9)	-0,17271 -(1,3)	-0,19657 -(0,1)	0,01725‡ (1,4)‡	0,029421*‡ (2,6)‡
FOROWN	0,00008 (0,4)	0,000004 (0,1)	0,07084 (0,5)	-0,14899 -(0,2)	0,09813 (1,1)	0,24367* (2,0)
TAXBURDEN	-0,00039 -(0,3)	-0,00001 (0,0)	1,27904 (0,8)	3,10440* (2,1)	1,75237 (1,2)	-1,34048 -(0,9)
TRADEBALB	0,03227* (2.5)	0,03236** (2,9)	0,02378 (0,3)	0,14730* (2,1)	0,15459** (2,4)	0,02873 -(0,4)
GOVCONT	-0,06974 -(1,6)	-0,08396** -(2,9)	-0,09251** -(3,2)	0,10356** -(3,4)	0,11310** -(3,9)	0,10678** -(4,3)
SCIBASE	0,00317** (4,7)	0,00301** (5,6)	0,67759** (4,4)	0,60796** (3,8)	0,84129** (4,6)	1,03386** (6,3)
CONCEN² (linéaire seulement)					-0,00024 -(1,9)	-0,00036** -(3,3)
$\bar{R}^2$	0,68	0,77	0,69	0,77	0,79	0,78
F	11,5	20,5	12,2	20,3	20,7	16,4
Écart-type de l'estimation	0,000478	0,00450	0,17044	0,18310	0,17343	0,14503
N	41	47	41	47	47	41

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
‡Linéaire seulement.
*Significatif au seuil de 95 %.
**Significatif au seuil de 99 %.
SOURCE Estimations des auteurs.

L'équation de prévision retenue est celle qui prend la forme linéaire. Les estimations faites avec l'échantillon excluant le Canada (tableau 6-5) révèlent que la concentration a une incidence positive très significative sur l'intensité de la recherche alors que la protection accordée par brevet a une influence moins prononcée. C'est la variable propriété étrangère qui exerce l'effet le plus prononcé. Ce résultat est mis en évidence par la sous-estimation importante et systématique de l'intensité de la recherche dans l'industrie canadienne des produits pharmaceutiques, attribuable principalement au niveau très élevé de la propriété étrangère dans cette industrie au Canada (85 % de la production). En comparant les régressions faites à partir des échantillons excluant le Canada et incluant le Canada, on constate que l'influence négative de la propriété étrangère sur l'intensité de la recherche baisse d'environ 50 % lorsque le Canada est inclus. Cependant, la prévision doit de toute évidence reposer sur l'échantillon dont le Canada est exclu. Il est clair que les filiales des multinationales implantées au Canada font davantage de recherche, dans l'ensemble, que celles qui sont situées dans les autres pays de l'OCDE. Ce phénomène est peut-être attribuable à l'importance des établissements de recherche pharmacologique rattachés à des universités au Canada. La variable *SCIBASE* n'a pu toutefois capter ce potentiel particulier dans le cas du Canada. Les résultats du test d'aberrance n'indiquent pas que l'industrie canadienne des produits pharmaceutiques se situe en dehors de l'univers de l'OCDE.

Tableau 6-5

Régressions portant sur l'industrie des produits pharmaceutiques, Canada, Belgique, France, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

Variable	Forme linéaire		Forme logarithmique		Forme linéaire instrumentale
	Excluant le Canada†	Incluant le Canada	Excluant le Canada	Incluant le Canada	Incluant le Canada
CONSTANT	0,02703	0,03460	-3,02320*	-0,281328**	0,047561
	(1,1)	(1,4)	-(2,6)	-(2,9)	(1,7)
PROFITA (linéaire seulement)	-0,01989	-0,05468	-1,16013	-1,34200	-0,07631
	-(0,3)	-(0,7)	-(0,8)	-(1,0)	-(1,0)
INVCLIMA (linéaire seulement)	-0,02844	-0,02047	-0,29903	-0,18704	-0,01669
	-(1,5)	-(1,1)	-(0,8)	-(0,6)	-(0,9)
CONCEN	0,00293**	0,00259**	0,41876	0,33726	0,00239
	(9,9)	(8,8)	(1,5)	(1,5)	(7,3)
FOROWN	0,00065**	-0,00029	-0,25055**	-0,24871**	-0,00058**
	-(3,3)	-(1,8)	-(3,0)	-(3,2)	-(2,7)
PRODPAT	0,02436*	0,00522	0,51365*	0,46969**	0,01330
	(2,4)	(0,6)	(2,7)	(3,0)	(1,3)
$\bar{R}^2$	0,77	0,73	0,37	0,47	..
F	27,2	25,69	5,7	9,1	..
Écart-type de l'estimation	0,02613	0,02754	0,51449	9,50231	0,02868
N	41	47	41	47	47

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
*Significatif au seuil de 95 %.
**Significatif au seuil de 99 %.
SOURCE Estimations des auteurs.

L'importance de la présence étrangère dans cette industrie au Canada en fait la candidate idéale pour aborder la question de la causalité que nous avons soulevée au chapitre 5. Cette question se pose ainsi : la présence de filiales étrangères a-t-elle une incidence sur l'intensité de la recherche dans un secteur industriel, ou serait-ce plutôt que les investissements étrangers sont attirés vers les industries où l'intensité de la recherche est élevée ? Pour évaluer l'une et l'autre possibilités, nous avons eu recours à la technique de la variable instrumentale. Nous avons tout d'abord effectué une régression de la variable propriété étrangère en fonction de la plupart des variables exogènes dont nous disposions, soit *PROFITA*, *INVCLIMA*, *CONCEN*, *TAXBURDEN*, *TRADEBALA*, *GOVCONT* et *SCIBASE*, et les valeurs estimées ont été introduites sous la désignation *FOROWNHAT* dans l'équation linéaire originale calculée à partir de l'échantillon incluant le Canada. Le seul changement perceptible par rapport aux estimations obtenues selon la méthode des moindres carrés ordinaires est que le rapport négatif entre l'intensité de la recherche et le degré de propriété étrangère s'est renforcé et a pris une plus grande signification statistique. L'interprétation que nous pouvons donner provisoirement à ce résultat, sujette aux réserves exprimées dans notre exposé sur la causalité au chapitre 5, est qu'il ne semble pas exister de relation causale réciproque entre la décision de s'implanter au Canada et l'intensité technologique de l'industrie. De plus, il semble que les filiales étrangères aient tendance à faire moins de recherche dans les pays d'accueil que n'en font les entreprises locales, peut-être à cause de l'importance des recherches effectuées par les multinationales à leurs sièges sociaux.

L'industrie du caoutchouc et des plastiques

En combinant les classes 351 et 353 de la CITI, nous avons regroupé deux industries quelque peu disparates, ce qui a compliqué la tâche de recueillir des données dans plusieurs cas. Les résultats n'en demeurent pas moins acceptables (tableau 6-6). La régression linéaire faite à partir de l'échantillon incluant le Canada donne des coefficents dont la valeur et la signification sont moindres. La régression sous-estime systématiquement la valeur réelle de l'intensité de la recherche par une marge importante; comme dans le cas de l'industrie des produits phar-

Tableau 6-6

Régressions portant sur l'industrie du caoutchouc et des plastiques, Canada, France (1967), Allemagne (sauf 1971), Italie (sauf 1967 et 1969), Japon (sauf 1969 et 1975), Suède (sauf 1967 et 1969), Royaume-Uni (sauf 1975 et 1977) et États-Unis (sauf 1975 et 1977), années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

	Forme linéaire		Forme logarithmique	
Variable	Excluant le Canada†	Incluant le Canada	Excluant le Canada	Incluant le Canada
CONSTANT	-0,05446**	-0,03157*	-24,1325**	-22,2783**
	-(3,8)	-(2,3)	-(4,3)	-(4,1)
PROFITA (linéaire seulement)	-0,00379**	-0,01261	-0,73884	-1,31149
	-(0,3)	-(0,9)	-(0,6)	-(1,1)
INVCLIMA (linéaire seulement)	0,00005	-0,00046	-0,07238	-0,07630
	(0,0)	-(0,3)	-(0,5)	-(0,6)
CONCEN	0,00043*	0,00004	2,89301*	1,34940**
	(2,0)	(0,2)	(2,7)	(3,1)
FOROWN	-0,00048**	-0,00018**	-0,63231**	-0,43192**
	-(4,5)	-(3,4)	-(4,5)	-(5,9)
TAXBURDEN	0,00111**	0,00104*	2,29475	3,59938*
	(2,9)	(2,7)	(1,3)	(2,3)
TRADEBALC (linéaire seulement)	0,02745*	0,00336	3,17305*	1,45736**
	(2,5)	(0,6)	(2,6)	(2,9)
GOVCONT	-0,04889	0,00770	-0,11414*	-0,05353
	-(1,8)	(0,4)	-(2,0)	-(1,2)
SCIBASE	0,00062	-0,00039	0,49152	0,07852
	(1,2)	(0,9)	(1,1)	-(0,3)
$\bar{R}^2$	0,52	0,44	0,51	0,64
F	4,9	4,4	4,8	8,9
Écart-type de l'estimation	0,00344	0,00372	0,35557	0,34558
N	30	36	30	36

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
*Significatif au seuil de 95%.
**Significatif au seuil de 99%.
SOURCE Estimations des auteurs.

maceutiques, ce phénomène s'explique probablement par le degré élevé (72 % de la production) de propriété étrangère dans cette industrie au Canada. Le test d'aberrance n'indique pas que l'industrie canadienne du caoutchouc et des plastiques ne fait pas partie de l'univers de l'OCDE.

L'industrie des métaux non ferreux

Parmi toutes les industries étudiées, c'est celle où la faiblesse des données tout autant que des résultats de l'analyse de régression est la plus marquée. Il est par exemple impossible de « reconstruire » cette industrie dans le cas de la France et, dans le cas de la Belgique, les données sur la propriété étrangère sont tirées d'une source qui regroupe les classes 37 et 38 de la CITI. Comme on peut le voir au tableau 6-7, le seul coefficient significatif (positif) est celui de la variable *FOROWN* et il diminue en valeur – tout en n'étant plus significatif qu'au seuil de 95 % – dans la forme logarithmique lorsque le Canada est inclus dans l'échantillon. Ce résultat cadre une fois de plus avec les données du MEST (1979) pour l'année 1975 qui montrent que les sociétés appartenant à des Canadiens font un plus grand effort de recherche. Le modèle ajusté entraîne une surestimation considérable et le test d'aberrance pour l'industrie canadienne des métaux non ferreux est négatif.

L'industrie de la machinerie autre qu'électrique

À l'opposé du cas précédent, les données portant sur cette industrie ont fourni le meilleur ajustement du modèle de détermination de l'intensité de la recherche (tableau 6-8); la version logarithmique du modèle

Tableau 6-7

Régressions portant sur l'industrie des métaux non ferreux, Canada, Belgique (sauf 1969, 1975 et 1977), Allemagne, Italie (sauf 1967), Japon, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

Variable	Forme linéaire		Forme logarithmique	
	Excluant le Canada†	Incluant le Canada	Excluant le Canada	Incluant le Canada
CONSTANT	0,00873**	0,01227**	-5,9679**	-4,7520**
	(3,5)	(5,0)	-(5,1)	-(5,2)
PROFITA (linéaire seulement)	0,00900	0,00271	0,23371	0,52973
	(0,3)	(1,0)	(0,5)	(1,3)
INVCLIMA (linéaire seulement)	-0,00093	-0,00196	-0,11299	-0,23869
	-(0,7)	-(1,5)	-(0,6)	-(1,2)
CONCEN	-0,00011	-0,00013*	0,31860	-0,48515
	-(1,8)	-(2,1)	-(1,0)	-(1,5)
FOROWN	0,00047**	0,00032**	0,70891**	0,49485*
	(3,6)	(3,1)	(3,1)	(2,6)
GOVCONT	0,01797	-0,02016*	-0,22578*	-2,0595*
	-(1,8)	-(2,0)	-(2,7)	-(2,9)
$\bar{R}^2$	0,24	0,32	0,26	0,32
F	2,9*	4,4**	3,1*	4,4**
Écart-type de l'estimation	0,00226	0,00250	0,34581	0,36303
N	31	37	31	37

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
*Significatif au seuil de 95%.
**Significatif au seuil de 99%.
SOURCE Estimations des auteurs.

appliquée à l'échantillon d'où le Canada était exclu affiche un R^2 de 0,97. On peut certainement attribuer un tel résultat en partie à la présence d'un phénomène de colinéarité dans cette industrie (comme dans certaines autres), alors que certains coefficients de corrélation simple atteignent environ 0,6. Le seul élément quelque peu étonnant de ces résultats par ailleurs orthodoxes, est le coefficient négatif et fortement significatif de la variable qui représente la contribution financière de l'État. Comme le montre le tableau 6-2, les prévisions obtenues ne sont pas aussi bonnes que les résultats des régressions; en effet, elles sont en moyenne de 50 % supérieures aux valeurs réelles. Le test d'aberrance n'a pas donné un résultat significatif.

L'industrie de la machinerie électrique

Les résultats qui figurent au tableau 6-9 sont raisonnablement acceptables; le coefficient R^2 prend la valeur 0,7 dans les deux régressions logarithmiques (incluant et excluant le Canada) et les coefficients de ces deux régressions sont très voisins par leur valeur et leur signification statistique. Le signe négatif du coefficient de la variable propriété étrangère est une fois de plus compatible avec les données du MEST (1979). Nous avons appliqué la méthode de la variable instrumentale – *FOROWNHAT* étant calculée exactement de la même manière que dans le cas de l'industrie des produits pharmaceutiques – à la version linéaire du modèle en utilisant l'échantillon qui incluait le Canada. Cela n'a pratiquement pas affecté nos résultats : le niveau de signification (selon l'interprétation que l'on peut faire des mesures asymptotiques dans le cas des petits échantillons) du coefficient de la variable propriété étrangère est tombé à 95 % et la variable balance commerciale a perdu sa signification, mais les signes sont demeurés inchangés dans tous les cas. La prévision moyenne dépasse la valeur réelle moyenne d'environ 30 %. Il s'agit donc du meilleur résultat prévisionnel après celui de l'industrie du papier, où l'écart était de 23 %. Le test d'aberrance n'est pas significatif.

Tableau 6-8

Régressions portant sur l'industrie de la machinerie autre qu'électrique, Canada, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

	Forme linéaire		Forme logarithmique	
Variable	Excluant le Canada	Incluant le Canada	Excluant le Canada†	Incluant le Canada
CONSTANT	22,1976 (1,7)	15,75320 (1,4)	-5,62081 -(0,4)	02,67627 -(0,2)
PROFITA (linéaire seulement)	-0,64459 -(0,1)	-0,52911 -(0,1)	-0,93702 -(0,6)	0,42005 -(0,3)
INVCLIMA (linéaire seulement)	-0,17192 -(0,1)	0,28669 (0,2)	-0,13405 -(0,4)	0,06264 (0,2)
CONCEN	0,28917** 4,7	0,33532** (6,8)	5,08199** (8,8)	5,39543** (9,2)
FOROWN	0,20937** (3,5)	0,13369** (5,1)	0,91981** (5,4)	0,91624** (6,2)
TAXBURDEN	-0,85497** -(2,8)	-0,70162* -(2,7)	-6,69978 -(1,5)	-7,82459 -(1,7)
TRADEBALA (linéaire seulement)	2,08405 (0,4)	7,79943** (3,4)	0,03299 (0,0)	0,48348 (1,4)
GOVCONT	-6,11595 -(1,1)	-7,18564 -(1,4)	0,30769** -(2,9)	0,27677* -(2,7)
SCIBASE	-0,66338 (1,9)	0,284657 (1,3)	3,36867** (5,5)	3,33315** (5,9)
$\bar{R}^2$	0,78	0,78	0,97	0,96
F	16,4	18,8	144,5	136,1
Écart-type de l'estimation	1,97823	1,85727	0,43019	0,45020
N	35	41	35	41

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
*Significatif au seuil de 95%.
**Significatif au seuil de 99%.
SOURCE Estimations des auteurs.

Résumé des résultats de régression

Puisque l'objectif principal de l'étude est de tenter d'établir des comparaisons valables de l'intensité de la recherche dans l'industrie, cette brève récapitulation des résultats de régression doit, tout naturellement, s'intéresser en premier lieu au groupe de pays de l'OCDE ayant produit la norme sur laquelle se fondent nos « prévisions » de l'intensité de la recherche au Canada. Le tableau 6-10 contient les équations de régression (pour les sept industries choisies, à partir des échantillons excluant le Canada) qui ont été jugées les plus valables parmi l'ensemble des régressions effectuées pour chaque industrie et qui ont servi à faire les prévisions. Puisque certaines des équations retenues sont de forme linéaire alors que d'autres sont de forme logarithmique, seuls les signes des coefficients (+ ou −) et leur seuil de signification (** représentant 99 % et * représentant 95 %) figurent au tableau.

En parcourant le tableau variable par variable, on constate que le terme constant est statistiquement significatif quatre fois sur sept. Des quatorze coefficients se rattachant aux variables rentabilité et climat d'investissement, un seul est statistiquement significatif. Les signes des deux variables ne manifestent aucune tendance positive ou négative marquée bien que, dans le cas de trois industries (papier, produits pharmaceutiques et machinerie, autre qu'électrique), les variables *PROFITA* et *INVCLIMA* aient le même signe.

Dans notre exposé (aux chapitres 4 et 5) sur les relations hypothétiques entre l'intensité de la recherche et la rentabilité, nous avions souligné qu'aucune raison bien précise ne permettait d'anticiper une configuration positive ou négative des signes des coefficients de l'une ou l'autre des variables. Le seul

Tableau 6-9

Régressions portant sur l'industrie de la machinerie électrique, Canada, France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

Variable	Forme linéaire		Forme logarithmique		Forme linéaire instrumentale
	Excluant le Canada	Incluant le Canada	Excluant le Canada†	Incluant le Canada	Incluant le Canada
CONSTANT	0,2700	0,02449	-3,74044**	-3,04777**	0,02236
	(1,9)	(1,9)	-(7,3)	-(6,8)	(1,7)
PROFITA (linéaire seulement)	0,03991	0,03741	0,93492	1,02084	0,04141
	(1,1)	(1,1)	(1,3)	(1,5)	(1,2)
INVCLIMA (linéaire seulement)	-0,00981	-0,00894	-0,27187	-0,27488	-0,00859
	-(1,1)	-(1,2)	-(1,6)	-(1,8)	-(1,1)
CONCEN	0,00021	0,00024*	0,42987**	0,35722**	0,00024*
	(1,6)	(2,2)	(4,3)	(4,1)	(2,2)
FOROWN	-0,00040*	-0,00031**	-0,15299**	-0,22321**	-0,00021*‡
	-(2,1)	-(4,4)	-(3,0)	-(5,8)	-(2,2)‡
TRADEBALD	0,04837*	0,04522	0,56917	0,08483	0,03713
	(2,3)	(2,4)	(1,5)	(1,8)	(1,9)
GOVCONT	0,08396**	0,08241**	0,25363**	0,25722**	0,08234**
	(6,3)	(6,9)	(6,5)	(7,1)	(6,6)
$\bar{R}^2$	0,58	0,63	0,69	0,70	..
F	10,1	14,0	15,8	19,3	..
Écart-type de l'estimation	0,01288	0,01197	0,25130	0,240638	0,01228
N	41	47	41	47	47

†Calculé à partir des régressions utilisées dans le tableau 6-2.
‡*FOROWNHAT*.
*Significatif au seuil de 95%.
**Significatif au seuil de 99%.
SOURCE Estimations des auteurs.

Tableau 6-10

Comparaison des signes des coefficients des régressions de prévision et de leur signification statistique pour sept industries, divers pays de l'OCDE, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

Variable	Papier log	Produits chimiques log	Produits pharmaceutiques linéaire	Caoutchouc et plastiques linéaire	Métaux non ferreux log	Machinerie autre qu'électrique log	Machinerie électrique log
CONSTANT	+**	-	+	-**	-**	-	-**
PROFITA (linéaire seulement)	+	-	-	-**	+	-	+
INVCLIMA (linéaire seulement)	+	+	-	+	-	-	-
CONCEN	-**	-	+**	+*	-	+**	+**
FOROWN	+	+	-**	-**	+**	+**	-**
TAXBURDEN	-**	+	+*	+**	..	-	
TRADEBAL	+**	+	(*PRODPAT*)	+*		+	+
	(*C* linéaire)	(*B*)		(*C* linéaire)		(*A* linéaire)	(*B* linéaire)
GOVCONT		-**		-	-*	-**	+**
SCIBASE	+**	+**		+		+**	
$\bar{R}^2$	0,76	0,69	0,77	0,52	0,26	0,97	0,69
N	41	41	41	30	31	41	41

*Significatif au seuil de 95%.
**Significatif au seuil de 99%.
SOURCE Voir les tableaux 6-1, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8 et 6-9.

élément qu'elles peuvent avoir en commun et qui aurait pu, en principe, être soumis à une vérification, se retrouve dans l'approche qui consiste à assimiler les dépenses au titre de la recherche et du développement à un investissement. En vertu de cette approche, les divers postes de dépenses, que ce soit la recherche et le développement, les investissements en capital productif ou la commercialisation, sont en concurrence pour ce qui est de l'affectation des bénéfices (ou, mieux, des ressources d'autofinancement). Lorsque survient une hausse cyclique des profits, les pressions qui s'exercent sur la capacité de production favorisent les investissements en capital productif au détriment de la recherche; lorsque la formation de capital fixe en général est à la hausse (*INVCLIMA* en croissance) c'est le signe également d'un mouvement dans le sens d'un accroissement de la capacité de fabrication. Comment aurait-on pu vérifier la validité d'une telle interprétation ? Une solution possible est de recourir à des variables auxiliaires pour représenter soit les sommets, soit les creux cycliques. Malheureusement, il n'est pas évident que le même profil cyclique s'applique à une industrie donnée dans tous les pays de l'échantillon et le fait d'introduire des variables auxiliaires temporelles adaptées à chaque cas pourrait avoir pour effet de réduire aussi bien la crédibilité de l'analyse que les degrés de liberté.

La présence de quatre coefficients positifs et statistiquement significatifs (produits pharmaceutiques, caoutchouc et plastiques, machinerie électrique et machinerie autre qu'électrique) et d'un coefficient négatif significatif (papier) pour la variable concentration traduit fidèlement la diversité des résultats empiriques obtenus avec cette variable dans d'autres études. Comme nous l'avons souligné plus tôt, l'hypothèse d'un rapport non linéaire s'est vue confirmée dans l'une des régressions portant sur l'industrie des produits chimiques. Les signes se rapportant à la variable propriété étrangère ne manifestent aucune tendance dominante, bien que dans cinq ans sur sept – la même proportion que pour la variable concentration – les coefficients soient significatifs.

Dans les quatre cas où la variable fardeau fiscal apparaissait dans la version finale des équations de prévison, un coefficient de signe négatif sur deux était significatif et un coefficient de signe positif sur deux était significatif. Ces résultats font douter encore davantage de la valeur des variables liées à l'investissement comme outils de prévision fiables de l'intensité de la recherche. *TRADEBALC* était l'une des deux variables (l'autre étant la variante *A*) liées à la balance commerciale qui, à notre avis, pouvaient capter l'effet attribuable au succès obtenu par le passé dans les activités de recherche. Les coefficients de l'une ou l'autre des variantes de *TRADEBAL* n'ont été positifs et significatifs que dans le cas de deux industries. L'une d'entre elles, l'industrie du papier, dispose toutefois d'un avantage relié au fait qu'elle est axée sur les ressources naturelles, ce qui ne permet pas d'interpréter le résultat obtenu comme étant le reflet du succès enregistré dans les activités de recherche antérieures.

Quatre des cinq coefficients des variables représentant la contribution financière du secteur public sont négatifs et trois d'entre eux sont statistiquement significatifs. Ce résultat quelque peu étrange traduit peut-être, comme nous l'avons déjà indiqué, une simultanéité malencontreuse. Le problème jusqu'ici insoluble est de trouver une variable instrumentale qui permettra de dénouer les divers effets en présence. Tel que prévu, les quatre coefficients de la variable *SCIBASE* sont positifs et trois d'entre eux sont significatifs.

Tous les coefficients corrigés de détermination multiple, sauf celui pour l'industrie des métaux non ferreux, sont acceptables, tandis que la qualité des résultats de prévision varie d'excellente (papier, machinerie électrique) à mauvaise (caoutchouc et plastiques). Enfin, la non-concordance entre la validité de l'ajustement, telle qu'indiquée par les valeurs élevées des coefficients R^2, et l'absence de signification d'un si grand nombre de coefficients est peut-être attribuable, en partie, à la collinéarité des variables du côté droit de l'équation.

Tout compte fait, lorsque l'on considère le caractère disparate des sources de données et leur degré variable de fiabilité ainsi que la taille modeste des échantillons, les résultats empiriques obtenus semblent donner raison à la démarche que nous préconisons en regard de la sélection « d'objectifs d'intensité » dans le domaine de la recherche et du développement.

7 Conclusion

Notre étude avait pour but de démontrer que le ratio d'intensité de la recherche dans l'ensemble de l'économie ne constitue pas un objectif de politique approprié. Nous avons constaté que le rapport DBRD/PNB de 1,5 % – seul objectif de la politique industrielle fédérale à avoir été précisé jusqu'ici au Canada – était de nature trop générale et ne pouvait servir à faire des comparaisons internationales. Une bonne partie du premier chapitre est consacrée à diverses raisons qui militent contre une utilisation simpliste de cette mesure, alors que les chapitres 2 et 3 contiennent des données statistiques à l'appui de cette thèse.

Reconnaissant la nécessité de faire des comparaisons entre le Canada et d'autres pays dans les divers secteurs d'activité économique, notamment celui de la recherche et du développement industriels, nous avons tenté d'aborder le problème différemment, c'est-à-dire de comparer l'intensité de la recherche au sein d'une même industrie dans plusieurs pays. Nous avons postulé que l'intensité de la recherche dans une industrie pouvait être étudiée à l'aide d'un modèle économétrique parce qu'elle est le résultat d'un ensemble de choix et de décisions à caractère économique. Les paramètres de ce modèle devraient donc reposer sur un échantillon de pays développés auxquels on compare généralement le Canada. Nous présentons au chapitre 4 les fondements théoriques de notre modèle des facteurs déterminants de l'intensité de la recherche. À notre avis, la comparaison du niveau d'intensité calculé ou « prévu » grâce au modèle et du niveau observé dans le contexte canadien peut nous permettre d'établir de manière raisonnablement sûre si l'effort de recherche au Canada est en deçà ou au-delà de la norme de l'OCDE. Les résultats de nos calculs sont présentés et analysés au chapitre 6.

Nous en sommes venus à la conclusion que le modèle de l'intensité de la recherche est assez solidement fondé et que les données rassemblées pour l'estimer sont suffisamment fiables pour qu'il en ressorte des comparaisons internationales de meilleure qualité que celles qui sont faites à l'heure actuelle à partir d'un ratio macroéconomique global. Dans l'ensemble, les diverses variantes du modèle se comportent relativement bien, sur la foi des critères statistiques habituels, et certaines des « prévisions » paraissent acceptables. Le qualificatif « relativement bien » est approprié dans les circonstances, compte tenu du fait que notre étude s'appuie sur un échantillon de petite taille, constitué à partir d'une coupe transversale de données chronologiques dont la fiabilité et l'homogénéité étaient parfois douteuses. De plus, dans l'état actuel des choses, la théorie de l'organisation industrielle offre une multitude d'hypothèses mais elle n'a pas un caractère assez définitif pour que nous soyons en mesure de prévoir avec certitude (à une exception près) le sens positif ou négatif des diverses relations statistiques en présence.

Même si l'étude avait principalement pour but de proposer et de tester une méthode acceptable pour faire des comparaisons au niveau de l'effort de recherche, elle a également permis de vérifier divers modèles des facteurs déterminants de l'intensité de la recherche. Nous ne sommes pas entièrement satisfaits des résultats obtenus à cet égard car, compte tenu du temps et des ressources limitées dont nous disposions, la difficulté d'obtenir des données nous a empêchés d'accorder plus d'attention à chaque industrie individuellement. Nous sommes néanmoins convaincus que la validité des modèles de facteurs déterminants de la recherche a été suffisamment démontrée dans cette étude et ailleurs pour justifier qu'on y recoure davantage dans des applications normatives ou positives.

Pour ceux qui croient utile de fixer un objectif global à l'effort de recherche dans l'ensemble de l'économie, notre étude suggère une méthode acceptable pour y arriver. Toutefois, les moyens permettant d'accumuler des renseignements sur chaque industrie ou chaque secteur sont plus à la portée des organismes gouvernementaux qui disposent d'un personnel de soutien adéquat et qui ont accès à des banques de données internationales et à des installations informatiques.

Note sur l'orientation des politiques

La présente recherche a eu comme point de départ le débat public entourant la politique de l'État en matière de recherche – il serait peut-être plus approprié de dire les exhortations nombreuses en faveur d'une intervention gouvernementale accrue – qui prend pour acquis que l'effort de recherche est trop faible au Canada et qui est par conséquent axé sur les moyens de pallier à cette prétendue carence. Nous hésitons cependant à formuler des recommandations de politique au terme de notre analyse; nous préférons nous en tenir à démontrer l'absurdité inhérente à l'utilisation des mesures globales de l'intensité de la recherche sous leur forme actuelle et indiquer de meilleures façons de faire des comparaisons internationales. Dans ce contexte, nous avons également suivi les mêmes « règles du jeu » que le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie qui emploie comme critère de comparaison une certaine norme d'intensité dans les pays de l'OCDE plutôt qu'un niveau économiquement optimal, si, en fait, un tel niveau pouvait être calculé.

Notre hésitation à aborder la question des politiques provient principalement du fait que nous ne croyons pas que les dépenses au titre de la recherche et du développement constituent l'instrument approprié pour stimuler l'innovation et, par conséquent, la croissance des entreprises et des industries. (La majeure partie de la recherche et du développement effectués dans l'industrie est de nature appliquée et expérimentale; notre raisonnement ne vise pas le financement de la recherche fondamentale qui, souvent, possède les caractéristiques d'un bien public ou comporte des effets externes). Bien entendu, la recherche et le développement sont un facteur nécessaire, mais nullement suffisant, pour qu'il y ait innovation. Il est probable que les politiques qui favoriseront l'innovation hausseront également le niveau des dépenses consacrées à la recherche.

Les efforts visant à stimuler l'innovation grâce à des subventions ou à des concessions fiscales directes reliées aux activités de recherche d'une entreprise ne sont pas toujours couronnés de succès. Le fait de stimuler la recherche et le développement dans une entreprise sans avoir l'assurance que l'organisation dispose de la capacité de gestion nécessaire pour traduire une réussite technique en succès commercial s'avère souvent une démarche futile (de Woot et Heyvaert, 1979). L'importance du budget public affecté à ces initiatives ainsi que sa répartition précise entre les entreprises et les secteurs sont exposées à certaines « carences institutionnelles ». Ainsi, au sein du gouvernement, il n'existe aucun mécanisme permettant de rapprocher les calculs faits par les décisionnaires sur la base de leurs propres coûts et avantages d'ordre privé et organisationnel des coûts et avantages découlant d'une perspective plus globale (Wolf, 1979). Pour ce qui est de l'importance du budget affecté à ces fins, nous pouvons nous attendre à ce qu'il y ait incitation à porter au maximum les revenus et les autres avantages profitant aux membres de l'organisme qui est à l'origine du financement (Niskanen, 1967). En ce qui concerne la répartition de ce budget, nous pouvons anticiper la formation d'un groupe d'intérêt qui amènera graduellement l'organisme à partager ses vues (Stigler, 1971). En dernière analyse, l'accent pourrait bien être mis sur des objectifs, par exemple la création d'emplois pour les scientifiques, qui ne sont pas nécessairement reliés à l'innovation.

Dans notre étude, la variable *GOVCONT* est celle qui se rapproche le plus d'une mesure de l'intervention directe de l'État sous la forme de contributions incitatives dans le domaine de la recherche et du développement industriels. On pourrait même concevoir que la plupart des autres variables utilisées comme facteurs déterminants de l'intensité de la recherche influent sur le climat général entourant l'innovation qui, à son tour, influe sur la propension à faire de la recherche. Dans une perspective axée sur l'innovation (plutôt que sur la recherche et le développement), il devient plus raisonnable de formuler certaines réflexions au sujet des politiques gouvernementales à partir des travaux entrepris dans le présent document. Dans ce qui suit, notre raisonnement reposera donc sur l'hypothèse que tous les facteurs déterminants utilisés dans notre analyse, à l'exception de *GOVCONT*, sont également susceptibles d'influer sur le taux d'innovation et sur le niveau des dépenses consacrées à la recherche, dépenses qui accompagnent inévitablement l'effort d'innovation.

Sur un plan plus fondamental, on pourrait se demander s'il est possible de déterminer un degré « socialement optimal » d'intensité de la recherche pour chacune des industries canadiennes (et, par agrégation, pour l'ensemble de l'économie), indépendamment de ce qui se passe dans des pays comparables. En appliquant le type de raisonnement proposé par Breton (1974), on pourrait faire l'hypothèse qu'il existe vraiment un degré « optimal » d'intensité des activités de recherche et de développement (que l'on désignerait par RD^*) dans un secteur industriel donné, par exemple le secteur de la fabrication « à haute technologie ». Ce niveau optimal sera probablement différent du niveau réel :

$$RD^*_{HT} \neq RD_{HT}$$

La différence entre le niveau réel et le niveau optimal pourrait dépendre de plusieurs facteurs, dont les effets externes que l'on cite le plus fréquemment. Les autres types de facteurs de distorsion que mentionne Breton sont la présence d'éléments monopolistiques sur le marché, les risques impossibles à assurer et les politiques antérieures des gouvernements. On pourrait ainsi faire valoir qu'un secteur à haute technologie emploie un nombre particulièrement élevé de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés, que leur présence confère des avantages importants au reste de l'économie et que ces avantages ne sont pas reflétés dans les revenus des facteurs de production du secteur à haute technologie. Pourvu que les avantages externes nets découlant de l'intensité de la recherche et du développement dans ce secteur soient plus grands que les avantages externes nets découlant de l'intensité de la recherche et du développement dans d'autres industries, la situation se prête à une intervention des pouvoirs publics :

$$\left(B_{RD_{HT}} - C_{RD_{HT}}\right) - \left(B_{RD_i} - C_{RD_i}\right) > 0$$

où B et C représentent respectivement les avantages et les coûts externes et où l'indice i représente les secteurs qui n'emploient pas une haute technologie. L'intervention devrait se poursuivre jusqu'à ce que les avantages marginaux découlant de la réduction de l'écart soient égaux aux coûts marginaux de l'intervention publique et de l'ajustement dans le secteur privé, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on atteigne un écart socialement optimal.

On ne peut échapper à la question opérationnelle suivante : comment mesure-t-on la différence qui peut présentement exister entre les niveaux optimal et réel de l'intensité de la recherche et du développement ? On peut concevoir deux façons de le faire. La première consisterait à demander aux responsables de la politique de définir le niveau d'intensité optimal pour les activités de recherche et de développement dans un secteur industriel donné, soit RD^*. On détermine ensuite la différence entre le niveau d'intensité réel et le niveau optimal. C'est l'approche que semble avoir adopté le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie pour l'ensemble de l'économie. La deuxième façon consisterait à déceler une imperfection du marché dans une industrie donnée. L'ampleur de la carence observée, mesurée en termes de pourcentage de l'intensité de la recherche et du développement, serait ajoutée au niveau d'intensité réel pour déterminer le niveau optimal. À cet égard, une publication récente (Britton et Gilmour, 1978) pourrait être interprétée comme une tentative en vue de circonscrire une imperfection du marché dans le secteur manufacturier au Canada.

Nous insistons sur le fait que nos données et notre approche ne nous permettent pas d'estimer ce que devrait être l'intensité optimale de la recherche et du développement dans un secteur manufacturier au Canada, puisque nous ne possédons aucun moyen d'évaluer l'importance de l'imperfection du marché, en supposant qu'un tel problème se pose. Tout ce que nous sommes en mesure de faire, c'est d'utiliser comme critère normatif un niveau calculé pour l'OCDE et, comme nous le verrons ultérieurement, d'en tirer le maximum pour les fins de l'analyse des politiques.

Il est évident que la question fondamentale en rapport avec ces politiques est de voir comment il est possible de relever le niveau des activités innovatrices et de l'intensité de la recherche et du développement par le biais d'une intervention gouvernementale. La constatation principale qui se dégage de notre analyse statistique est que les influences économiques qui s'exercent sur la recherche (et sur l'innovation) sont multiples et complexes et qu'il n'existe aucun instrument d'intervention gouvernementale unique auquel on pourra s'en remettre exclusivement. Si les planificateurs gouvernementaux considèrent comme prioritaire un niveau plus élevé de l'effort de recherche et de développement dans certaines industries, il est évident que leur stratégie devra s'appuyer sur une coordination des politiques touchant la concentration industrielle, la propriété étrangère, le régime fiscal en général, la législation relative aux brevets et ainsi de suite. Bien que la nécessité de coordonner les politiques dans plusieurs domaines ait été signalée, en particulier par le Conseil des sciences du Canada, une documentation statistique portant sur plusieurs variables, telle que la nôtre, n'est pas disponible au niveau des secteurs industriels.

La nécessité de coordonner les politiques reflète avant tout le fait qu'il y a des choix ou des arbitrages à faire : par exemple, le surplus global (des producteurs et des consommateurs) sera-t-il plus important s'il y a une plus forte concentration et plus d'innovations, mais moins de concurrence dans l'industrie pharmaceutique ? Nous ne disposons d'aucun moyen de trouver des réponses, mais nous pouvons fournir des renseignements qui devraient permettre de mieux comprendre les arbitrages à faire entre les diverses politiques. En déplaçant l'accent sur la question de l'orientation des politiques canadiennes, plutôt que sur les comparaisons entre pays, il apparaît utile de considérer à nouveau la version de notre modèle qui inclut les données sur le Canada. Pour

plus de commodité, les estimations détaillées présentées aux tableaux 6-1 à 6-9, pour les régressions effectuées à partir de l'échantillon incluant le Canada, sont regroupées au tableau 7-1 selon la même logique que celle du tableau 6-10. La comparaison de ces deux derniers tableaux révèle que certains coefficients changent de signe lorsque le Canada fait partie de l'échantillon (dans sept cas sur quarante-sept), ou qu'ils deviennent statistiquement significatifs (dans cinq cas), ou encore qu'ils ne le sont plus (dans cinq cas également).

Du point de vue des politiques, les résultats peut-être les plus frappants qui ressortent du tableau 7-1, sont les signes parfois positifs et parfois négatifs des coefficients de la variable concentration, de la variable propriété étrangère et, jusqu'à un certain point, de celle du fardeau fiscal. Ces résultats pourraient être imputés à la faiblesse théorique du modèle, à une spécification inadéquate des variables ou à la piètre qualité des données. On pourrait également faire valoir que les résultats sont valables et attirer l'attention sur les niveaux de concentration et de contrôle étranger dans chacune des industries et, également, sur la nécessité d'ajuster l'intervention en fonction des conditions particulières qui prévalent dans chaque industrie.

Pour pousser plus avant la discussion sur les politiques, cependant, il serait utile de reprendre l'exercice prévisionnel que nous avons entrepris au chapitre 6. Comme point de départ, nous considérons la possibilité que les valeurs canadiennes des variables ayant servi à prédire l'intensité de la recherche au Canada soient « trop faibles ». Plusieurs de ces variables sont tributaires des politiques et le niveau peut-être insuffisant sur lequel se fondent nos calculs prévisionnels pourrait donner une valeur trop faible de ce que « devrait être » le niveau d'innovation et, par conséquent, de recherche et de développement au Canada. L'expression « devrait être » ouvre la voie à la question suivante : quelles variables constitueraient des cibles logiques pour les politiques destinées à favoriser l'activité innovatrice ? Nous proposons l'analyse qui suit.

Le classement des facteurs déterminants des dépenses consacrées à la recherche et au développement pourrait être envisagé différemment, peut-être de façon plus conforme à l'orientation méthodologique du présent document. On pourrait soutenir que les politiques pratiquées par les divers pays en matière de recherche et de développement ont peut-être faussé (positivement ou négativement, c'est-à-dire qu'elles ont peut-être haussé ou abaissé) le niveau des dépenses privées à ce titre et que, par conséquent, elles ont rendu impossible toute comparaison « pure » entre les pays, pour ce qui est des dépenses de recherche du secteur privé. Pour éliminer l'effet des politiques, il faudrait donc fonder

Tableau 7-1

Comparaison des signes des coefficients des équations de prévision et de leur signification statistique pour sept industries, divers pays de l'OCDE incluant le Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

Variable	Papier (log)	Produits chimiques (log)	Produits pharmaceutiques (linéaire)	Caoutchouc et plastiques (linéaire)	Métaux non ferreux (log)	Machinerie autre qu'électrique (log)	Machinerie électrique (log)
CONSTANT	+*	-**	+	-*	-**	-	-**
PROFITA (linéaire seulement)	+**	+	-		+	-	+
INVCLIMA (linéaire seulement)	+	-	-	-	-	+	-
CONCEN	-**	-	+**	+	-	+**	+**
FOROWN	+**	-	-	-**	+*	+**	-**
TAXBURDEN	-**	+*	+	+*		-	
TRADEBAL	+** (*C linéaire*)	+* (*B*)	(*PRODPAT*)	+		+ (*A linéaire*)	+ (*B*)
GOVCONT		-**		+	-*	-*	+**
SCIBASE	+**	+**		-		+**	
$\bar{R}^2$	0,82	0,77	0,73	0,44	0,32	0,96	0,70
N	47	47	47	36	37	41	47

*Significatif au seuil de 95 %.
**Significatif au seuil de 99 %.
SOURCE Voir les tableaux 6-1, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8 et 6-9.

exclusivement les prévisions sur un sous-ensemble de variables non susceptibles d'être influencées ou manipulées. Il faudrait ensuite comparer ces prévisions à la prévision « globale » pour établir quel pourcentage de la prévision globale dans une industrie donnée au Canada est imputable à des facteurs non manipulables et se trouve donc hors de la portée des politiques interventionnistes.

Un premier coup d'œil sur les variables figurant au tableau 7-1 nous fait réaliser qu'elles sont toutes, à une exception près, susceptibles d'être influencées par l'action gouvernementale. Le climat d'investissement, que nous avons représenté par le taux de croissance de la formation brute de capital fixe, peut être influencé par une vaste gamme de politiques. La concentration dépend de la loi sur les coalitions et de la façon dont elle est appliquée; le degré de propriété étrangère est sensible aux répercussions des décisions de l'Agence d'examen de l'investissement étranger et du Programme énergétique national, alors que le fardeau fiscal dépend des budgets adoptés annuellement; la balance commerciale est en partie déterminée par le régime tarifaire et la politique de la banque centrale, et l'infrastructure scientifique évolue en fonction de la politique scientifique du gouvernement. La variable rentabilité fait peut-être exception, étant donné qu'un de ses facteurs déterminants, le fardeau fiscal des sociétés, est spécifié séparément.

En un sens, un tel raisonnement débouche sur un choix quelque peu absurde : pour stimuler l'innovation (et la recherche et le développement), il faudrait modifier un certain nombre de politiques majeures au palier fédéral, indépendamment des nombreux autres effets que celles-ci pourraient avoir. Toutefois, le gouvernement fédéral peut-il se permettre d'exercer des pressions sur le gouverneur de la Banque du Canada pour l'amener à risquer une dévaluation du dollar qui serait susceptible d'améliorer la balance commerciale de l'industrie et, par le fait même, sa propension à innover ? C'est le dilemme habituel auquel est confrontée toute politique interventionniste.

Notons par ailleurs que, puisqu'il faut écarter l'idée de recourir à certaines politiques en vue de stimuler l'innovation, il nous faut un système plausible sur lequel fonder ces exclusions. En théorie, la solution est simple : il faut exclure les politiques ou les variables dont l'effet sur l'innovation est faible alors que le coût de les modifier pourrait être élevé.

Un tel critère d'exclusion est toutefois trop exigeant, compte tenu des possibilités de notre banque de données; nous devons donc nous en remettre à un autre critère dont les mérites peuvent être débattus indéfiniment. En l'occurrence, nous ferons la distinction en fonction d'une ligne de partage résolument arbitraire entre les variables et les politiques que l'on pourrait ou non envisager de modifier dans le cadre d'une stratégie visant à favoriser l'innovation.

Le climat d'investissement et la propriété étrangère dépendent très probablement d'un trop grand nombre d'instruments de politique pour permettre une action ponctuelle; de plus, dans certaines industries (par exemple, le papier), le pourcentage des entreprises sous contrôle étranger change rapidement sous l'effet des forces du marché. Si l'on considère que sa portée déborde le simple « succès antérieur des activités de recherche et de développement », la variable balance commerciale est fortement influencée par le taux de change et d'autres facteurs comme la productivité de la main-d'œuvre, comme nous l'avons déjà signalé, et elle ne peut être considérée comme une variable appropriée pour les fins de la politique.

Dans le domaine des « variables manipulables », il ne reste donc que la concentration ou, plutôt, les politiques sur les fusions qu'on pourrait rendre plus agressives ou plus souples selon l'industrie en cause (bien qu'il soit difficile d'imaginer comment on pourrait les « améliorer » en regard de l'inefficacité actuelle de la législation canadienne sur les fusions). Le développement de l'infrastructure scientifique semble également sensible à l'action de la politique scientifique fédérale. Dans le cas de l'industrie des produits pharmaceutiques, on pourrait faire valoir qu'il y a un arbitrage à réaliser entre une politique de bas prix à la consommation et le niveau de protection accordé par brevets, mais les résultats de nos régressions ne nous permettent pas de confirmer une telle assertion.

Comme nous l'avons déjà expliqué, nous ne croyons pas que les contributions gouvernementales à la recherche et au développement favorisent nécessairement l'innovation; il faudrait néanmoins inclure la variable *GOVCONT* parmi les variables manipulables, ne serait-ce qu'en raison du fait que dans trois des quatre cas où le coefficient était statistiquement significatif, les subventions gouvernementales tendaient en réalité à abaisser l'intensité de la recherche et du développement, ce qui laisse entrevoir la possibilité d'une réduction des subventions.

En résumé, les variables associées aux facteurs déterminants de l'intensité de la recherche dans notre modèle ont été classées en deux groupes. Dans le premier, on retrouve les facteurs qui, bien que sensibles à l'intervention gouvernementale, ne peuvent être considérés comme des cibles appropriées en raison des coûts trop élevés que comporterait le recours à un grand nombre d'instruments de politique. En ce qui nous concerne, ces facteurs sont

PROFITA, *INVCLIMA*, *FOROWN*, *TAXBURDEN* et *TRADEBAL*. Les facteurs dont les répercussions au plan des politiques paraissent relativement peu coûteuses sont *CONCEN*, *SCIBASE* et, dans le cas des produits pharmaceutiques, *PRODPAT*.

Dans le tableau 7-2, nous tentons de prédire ce que serait l'intensité de la recherche et du développement au Canada si les différences « irréductibles » entre le Canada et les autres pays membres de l'OCDE au niveau de la structure économique étaient traitées indépendamment des variables susceptibles d'être influencées par les politiques. (Dans le présent contexte, « irréductibles » signifie exogènes par rapport aux politiques de recherche ou « non manipulables » par des politiques visant à favoriser la recher-

Tableau 7-2

Comparaison des intensités prévue et observée de la recherche et du développement dans sept industries, Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

En pourcentage

Industrie	1967	1969	1971	1973	1975	1977
Papier						
1 Valeur observée	0,77	0,59	0,45	0,35	0,36	0,39
2 Prévision globale	0,46	0,57	0,43	0,32	0,37	0,40
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	0,28	0,34	0,26	0,24	0,23	0,27
4 (3) en pourcentage de (2)	61	60	60	75	62	73
Produits chimiques						
1 Valeur observée	1,74	1,55	1,42	1,30	1,15	0,98
2 Prévision globale	2,40	1,95	1,99	1,79	1,95	1,84
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	0,89	0,87	0,91	0,88	0,96	0,89
4 (3) en pourcentage de (2)	37	45	46	49	49	48
Produits pharmaceutiques						
1 Valeur observée	3,55	3,76	3,25	4,04	4,40	3,34
2 Prévision globale	-1,68	-1,04	-2,05	-2,06	-3,48	-1,71
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	-5,79	-5,16	-6,17	-6,18	-7,59	-5,83
4 (3) en pourcentage de (2)	345	494	301	300	218	340
Caoutchouc et plastiques						
1 Valeur observée	0,40	0,36	0,37	0,29	0,24	0,22
2 Prévision globale	-2,69	-2,70	-2,70	-2,79	-2,67	-2,60
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	-4,20	-4,28	-4,31	-4,31	-4,58	-3,31
4 (3) en pourcentage de (2)	156	158	159	155	172	127
Métaux non ferreux						
1 Valeur observée	1,13	1,00	1,24	1,12	1,48	0,32
2 Prévision globale	1,81	1,60	1,85	1,72	1,79	1,20
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	3,08	3,04	3,12	3,24	3,18	2,92
4 (3) en pourcentage de (2)	170	190	168	188	178	243
Machinerie autre qu'électrique						
1 Valeur observée	0,63	0,73	0,87	0,93	1,48	1,14
2 Prévision globale	1,95	1,99	1,60	0,98	1,05	1,14
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4 (3) en pourcentage de (2)	..	..	..	..	..	..
Machinerie électrique						
1 Valeur observée	3,41	3,14	3,30	2,99	2,72	2,92
2 Prévision globale	4,24	3,92	4,17	3,74	4,10	4,21
3 Prévision neutre par rapport aux politiques	0,42	0,38	0,45	0,45	0,49	0,53
4 (3) en pourcentage de (2)	9,9	9.7	10,8	9,5	11,9	12,6

SOURCE Les valeurs observées et les prévisions globales sont tirées du tableau 6-2. Les prévisions neutres par rapport aux politiques ont été calculées à l'aide de la formule apparaissant dans le texte.

che et le développement). Nous avons d'abord calculé la prévision « neutre par rapport aux politiques » (la ligne 3 de chaque groupe d'industries du tableau 7-2) et, ensuite, sa part de la prévision globale (la ligne 4).

La prévision « neutre par rapport aux politiques » est la partie de l'intensité de la recherche et du développement au Canada qui correspond à la norme de l'OCDE déterminée par des facteurs qui ne sont pas influencés par les mesures pratiques associées aux politiques en matière de recherche. Cette prévision neutre repose sur l'équation suivante :

$$\begin{aligned}\text{Prévision } N_{CAN} = {} & \hat{\beta}_1 CONST + \hat{\beta}_2 PROFITA_{CAN} \\ & + \hat{\beta}_3 INVCLIMA_{CAN} \\ & + \hat{\beta}_4 FOROWN_{CAN} \\ & + \hat{\beta}_5 TAXBURDEN_{CAN} \\ & + \hat{\beta}_6 TRADEBAL_{CAN}\end{aligned}$$

Dans cette équation, les valeurs $\hat{\beta}$ représentent les estimations des coefficients de régression présentées aux tableaux 6-1 à 6-9 que nous multiplions par les niveaux canadiens réels des variables pertinentes pour l'industrie et l'année en cause.

Les initiatives antérieures en matière de politique de recherche au Canada ont influé sur le niveau des autres variables. La prévision « influencée par les politiques » a donc la forme suivante :

$$\begin{aligned}\text{Prévision } P_{CAN} = {} & \hat{\gamma}_1 CONCEN_{CAN} + \hat{\gamma}_2 GOVCONT_{CAN} \\ & + \hat{\gamma}_3 SCIBASE_{CAN} + \hat{\gamma}_4 PRODPAT_{CAN}\end{aligned}$$

Dans cette équation également, les valeurs $\hat{\gamma}$ représentent les estimations des coefficients de régression présentées aux tableaux 6-1 à 6-9 que l'on a multipliées par les niveaux canadiens réels des variables pertinentes pour l'industrie et l'année en cause.

$$\begin{aligned}\text{Prévision } T_{CAN} &= \text{Prévision } N_{CAN} + \text{Prévision } P_{CAN} \\ &= \hat{\beta}x + \hat{\gamma}z\end{aligned}$$

où $\hat{\beta}$ représente le vecteur des coefficients des variables neutres par rapport aux politiques, $\hat{\gamma}$, le vecteur des coefficients des variables influencées par les politiques, X est l'ensemble des valeurs canadiennes des variables neutres par rapport aux politiques et Z est l'ensemble des valeurs canadiennes des variables influencées par les politiques.

En pourcentage de la prévision globale (la ligne 4 du tableau 7-2), les prévisions neutres par rapport aux politiques varient entre 9,5 % et 494 %, selon l'industrie et l'année. Ces calculs sont présentés au tableau 7-3 où les industries de l'échantillon sont classées selon le rapport entre le niveau réel et le niveau prévu de l'intensité globale de la recherche et du développement.

Pour les trois industries du groupe A, soit les produits chimiques, la machinerie électrique et la machinerie autre qu'électrique, l'intensité de la recherche et du développement au Canada est inférieure à la norme de l'OCDE. En vertu de la politique suivie par le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, ces industries seraient considérées comme candidates à une intervention gouvernementale. La prochaine question qui se pose ensuite est d'évaluer la portée possible de l'intervention. La distinction que nous avons établie entre les éléments de la prévision globale qui sont neutres par rapport aux politiques et les éléments influencés par les politiques peut alors être utile.

Comme le montre le tableau 7-3, nous avons classé les industries de l'échantillon en trois groupes, selon la valeur du rapport entre l'élément neutre par rapport aux politiques et la prévision globale pour l'ensemble de la période à l'étude. Si ce rapport est faible, disons inférieur à 50 %, cela pourrait signifier que les niveaux des variables associées aux politiques canadiennes en Z sont assez bas pour envisager sérieusement d'apporter des correctifs.

Dans l'industrie de la machinerie électrique, par exemple, ce rapport est d'environ 11 %. À notre avis, toute analyse de la portée et de l'orientation des mesures que pourraient éventuellement prendre les pouvoirs publics au Canada devrait débuter par une évaluation des éléments de Z, variable par variable. Ainsi, le coefficient de la variable *GOVCONT* pour cette industrie affiche un signe positif et est statistiquement significatif; d'après nos données, la contribution du gouvernement représentait 14 % de l'ensemble des dépenses au titre de la recherche et du développement dans cette industrie au Canada en 1977. Il y a donc un certain écart entre ce rapport et celui enregistré en moyenne pour les sept pays membres de l'OCDE compris dans l'échantillon sur l'ensemble de la période étudiée, qui s'établit à

Tableau 7-3

Classification des sept industries en fonction de l'intensité prévue de la recherche et du développement, Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE

	Réelle < Prévue	Réelle > Prévue
$\frac{\text{Prévision neutre}}{\text{Prévision globale}} < 50\%$	A Produits chimiques Machinerie électrique Machinerie autre qu'électrique	
$50\% < \frac{\text{Prévision neutre}}{\text{Prévision globale}} < 100\%$		C Papier
$\frac{\text{Prévision neutre}}{\text{Prévision globale}} > 100\%$	B Métaux non ferreux	D Produits pharmaceutiques, caoutchouc et plastiques

SOURCE Voir le tableau 7-2.

20 %. Dans ce cas particulier, on pourrait penser qu'une hausse des contributions gouvernementales aurait pour effet de relever l'intensité de la recherche et du développement dans cette industrie. Le niveau moyen des contributions des pays membres de l'OCDE peut servir de point de référence pour déterminer l'importance de l'intervention gouvernementale au Canada.

Nous nous empressons d'ajouter qu'il n'existe aucune règle unique, applicable machinalement, en matière de politique d'intervention et nous ne pouvons escompter en découvrir une éventuellement. Ainsi, dans le cas de l'industrie de la machinerie autre qu'électrique, l'effet de la variable *GOVCONT* sur l'intensité de la recherche et du développement est exactement contraire; ce résultat, qui indique que l'influence de la variable *GOVCONT* sur la recherche et le développement peut s'exercer dans un sens différent selon l'industrie, est confirmé par un certain nombre d'autres études que nous avons passées en revue dans la section sur la participation gouvernementale au chapitre 4. Finalement, dans d'autres industries (et pour d'autres variables), les coefficients estimés ne sont pas toujours statistiquement significatifs et, par conséquent, ne peuvent servir à guider l'intervention de l'État.

Il y a une autre catégorie de variables où les coefficients estimés sont statistiquement significatifs et affichent le signe prévu, mais pour lesquelles il n'est peut-être pas possible d'envisager une intervention guidée exclusivement par des considérations reliées à l'intensité de la recherche et du développement. La variable *CONCEN* constitue un exemple à cet égard. Nos résultats montrent que, au moins pour certaines industries, un plus fort degré de concentration a pour effet de hausser le niveau de l'effort de recherche et de développement. Cependant, si l'on prend l'exemple de l'industrie de la machinerie électrique, on est forcé de constater que le degré de concentration y est déjà élevé au Canada (près de 60 % au cours de la période à l'étude) par rapport à la moyenne des pays membre de l'OCDE (environ 50 % au cours de la même période). Il semble donc que les possibilités d'intervention soient réduites par des « contraintes naturelles » dont il faut tenir compte (la politique de concurrence, etc.).

En ce qui concerne les industries qui figurent à la colonne 2 du tableau 7-3, nous ne ferons aucun commentaire au sujet de la portée ou de l'orientation des politiques puisque l'intensité réelle de la recherche et du développement y est supérieure à la norme de l'OCDE.

En terminant, il importe de souligner les principales conséquences pratiques de notre étude. D'abord, nous croyons avoir démontré de façon concluante qu'il n'est ni valable ni utile de fixer un objectif global à l'intensité de la recherche dans l'économie comme l'a fait le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie. S'il fallait absolument fixer un tel objectif, il faudrait alors le répartir entre les diverses industries, peut-être en appliquant la méthode que nous avons proposée. Deuxièmement, nous avons montré que l'intensité de la recherche réagit très différemment aux stimulants économiques d'une industrie à l'autre. Ainsi, dans certaines industries, la propriété étrangère et la concentration sont liées positivement à l'intensité de la recherche, mais le rapport est négatif dans d'autres et, dans certains cas, il n'y a aucun rapport.

Troisièmement, notre étude a permis d'établir que, lorsqu'on procède à un examen rigoureux de l'intensité de la recherche et du développement dans une industrie canadienne en fonction de la norme de l'OCDE, certaines grandes industries canadiennes se comportent « mieux qu'on ne l'avait prévu ». Quatrièmement, nous avons également fait voir que, dans le cas des industries où l'effort de recherche au Canada est inférieur à la norme de l'OCDE, les possibilités d'intervention diffèrent d'une industrie à l'autre.

Compte tenu du fait que nos conclusions varient d'une industrie à l'autre, nous proposons une procédure en deux étapes aux fins de la politique d'intervention dans le secteur industriel :

- Appliquer notre modèle des facteurs déterminants de l'intensité de la recherche et du développement à toutes les industries canadiennes visées par cette politique et calculer dans chaque cas des « prévisions » à partir de la norme de l'OCDE. Cependant, il ne faudrait utiliser ces prévisions que comme des indicateurs provisoires pour les fins de la planification.

- Se limiter aux industries où l'on décèle une « lacune ». Ensuite, utiliser des données canadiennes détaillées en vue d'estimer, pour chaque industrie, un modèle valable des facteurs déterminants de la recherche et du développement, à la manière de Howe et McFetridge (1976). Ce modèle devrait permettre d'évaluer – avec beaucoup plus d'exactitude qu'un modèle couvrant l'ensemble des pays membres de l'OCDE – comment réagit l'intensité de la recherche dans une industrie canadienne donnée en fonction des variables structurelles et des variables associées aux politiques. Ce modèle pourrait devenir un instrument opérationnel pour déterminer la portée et les éléments d'une politique d'intervention.

Appendice – Données ayant servi à l'analyse de régression

Dans cet appendice, nous donnons une définition précise des variables employées dans notre analyse de régression et nous indiquons les sources de nos données. Comme ces sources sont pour la plupart raisonnablement faciles d'accès, les données comme telles ne sont pas présentées dans l'appendice, à l'exception de celles qui ont dû être rassemblées à partir de plusieurs sources de langues différentes (par exemple, les données portant sur la propriété étrangère et la concentration industrielle).

L'ensemble des données ayant servi aux calculs de régression peut être obtenu en s'adressant aux auteurs.

***La variable** RDNACU*

Définition – Total des dépenses internes au titre de la recherche et du développement dans le secteur des entreprises, pour la catégorie des sciences naturelles et du génie, en unités monétaires nationales.

Source – OCDE, Direction des sciences, de la technologie et de l'industrie, *International Survey of the Resources Devoted to R&D*, volume 1, Secteur des entreprises commerciales (données relatives aux années statistiques internationales 1967, 1969, 1971, 1973 et 1975) et rapports par pays et tableaux internationaux préliminaires (portant sur l'année statistique internationale 1977), Paris, diverses années.

***La variable** PRODNACU*

Définition – Production brute selon la valeur des facteurs ou la valeur pour le producteur. Pour la Belgique, on a converti les données (exprimées en valeur ajoutée) pour obtenir une valeur estimée de la production brute, en appliquant le rapport moyen entre la production brute et la valeur ajoutée pour la même industrie dans les autres pays membres de l'OCDE.

Source – Nations Unies, Statistical Office, *Yearbook of Industrial Statistics*, vol. I, Statistiques industrielles générales (précédemment intitulé *The Growth of World Industry*), New York, publication annuelle.

OCDE, *L'industrie chimique*, Paris, publication annuelle. La conversion en unités monétaires nationales des valeurs exprimées en dollars américains a été faite à l'aide des séries de taux de change « rf » ou du « facteur de conversion » pour les échanges commerciaux ou des « taux au comptant en fin de période » tirés de la publication annuelle du Fonds monétaire international intitulée : *International Financial Statistics*, Washington (D.C.).

***Les variables** EXPORTUS et IMPORTUS*

Définition – Les valeurs sont exprimées en dollars américains; les exportations sont f.a.b. et les importations c.a.f. Les catégories CTCI qui ont servi à représenter les industries comprises dans l'échantillon sont les suivantes :

Industrie	CTCI
Papier et produits du papier	64
Produits chimiques industriels et autres produits chimiques	5
Produits pharmaceutiques	541
Produits en caoutchouc et produits en matière plastique	581, + 62 + 266
Métaux non ferreux	68
Machinerie, autre qu'électrique	71
Machinerie électrique	72

La catégorie CTCI 71 comprend les rubriques 711,3 (moteurs à vapeur) et 711,4 (aéronefs) qui, dans les statistiques de production, font partie de la catégorie du matériel de transport, mais qui n'ont pas pu être exclues de nos chiffres, faute de données suffisamment détaillées.

Source – OCDE, *Statistiques du commerce extérieur*, séries B, *Échanges par produits*, Paris, publication annuelle.

OCDE, *L'industrie chimique*, Paris, publication annuelle.

OCDE, *Impact of Multinational Enterprises on National Scientific and Technical Capacities*, Paris, décembre 1977, p. 37.

Nations Unies, *Yearbook of International Trade Statistics*, New York, publication annuelle.

Les variables *PROFITA*, *PROFITB* et *INVCLIMB*

Définition – *PROFITA* est le rapport entre « le revenu net après impôt » ou « le bénéfice rajusté » et « l'avoir des actionnaires » ou l'actif net » déclarés par les filiales américaines dans les divers pays.

PROFITB est le taux de croissance de *PROFITA*.

INVCLIMB est le rapport entre « le bénéfice réinvesti » ou « les revenus nets non répartis » et « le bénéfice rajusté » ou « le revenu après impôt » déclarés par les filiales américaines dans les divers pays. Dans le cas des États-Unis, ces rapports sont basés sur les données relatives aux opérations consolidées des industries américaines, qui comprennent les revenus et les actifs des sociétés américaines à l'étranger.

La ventilation par industrie dans les sources de données statistiques n'est malheureusement pas suffisamment détaillée pour correspondre aux classifications industrielles employées pour les autres variables. L'analyse de régression a donc été faite à partir des données des industries les plus « rapprochées » tel qu'indiqué ci-après. Les données publiées sur les filiales américaines dans le secteur des « produits chimiques » furent utilisées pour trois industries : « produits chimiques », « produits pharmaceutiques » et « produits en caoutchouc et en matière plastique ». Les données publiées sur les filiales américaines dans le secteur des « métaux primaires et des produits métalliques » furent utilisées pour l'industrie des « métaux non ferreux ». Les données publiées sur le secteur de la « machinerie » furent utilisées pour l'industrie de la « machinerie électrique » et l'industrie de la « machinerie, autre qu'électrique ». Les données publiées sur les filiales américaines dans le secteur « autres industries de fabrication » furent employées pour les régressions portant sur l'industrie des « pâtes et papiers ».

Source – U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, *Selected Data on U.S. Direct Investment Abroad, 1966-76*, Washington (D.C.), G.P.O., 1977 (pour les pays autres que les États-Unis).

Kozlow, R., Rutter, J. et Walker, P., « U.S. Direct Investment Abroad in 1977 », *Survey of Current Business*, vol. 58, n° 8, août 1978, pp. 16-38 (pour les pays autres que les États-Unis, année 1977).

U.S. Federal Trade Commission, *Quarterly Financial Report for Manufacturing, Mining and Trade Corporations*, Washington (D.C.), divers numéros (pour les données sur les États-Unis).

La variable *INVCLIMA*

Définition – Taux de croissance de la « formation brute de capital fixe ». Les données de l'industrie des produits chimiques ont servi également dans le cas de l'industrie des produits pharmaceutiques.

Source – Nations Unies, Statistical Office, *Yearbook of Industrial Statistics*, vol. I, *Statistiques industrielles générales* (précédemment intitulé *The Growth of World Industry)*, New York, publication annuelle.

OCDE, *L'industrie chimique*, Paris, publication annuelle.

La variable *CONCEN*

Définition – Les rapports sont présentés dans les tableaux A-1 à A-7. Tous les rapports de concentration sont établis en fonction des ventes et correspondent à quatre entreprises, sauf indication contraire et dans ce cas, C3 correspond à trois entreprises, C5 à cinq entreprises, C6 à six entreprises ou moins; E correspond à l'emploi et VA à la valeur ajoutée. Exemple : « produits chimiques, Belgique, 49,0 E » signifie un rapport de concentration de 49 % associé à quatre entreprises et fondé sur l'emploi dans cette industrie; « produits chimiques, Royaume-Uni, 75,4 C5 » signifie que le rapport de concentration est établi en fonction des ventes et basé sur cinq entreprises. Les chiffres entre parenthèses qui suivent chacune des valeurs indiquent l'ouvrage d'où proviennent les données, tel que présenté dans les renvois au bas de chaque tableau. L'astéristique signifie que la valeur a été retenue pour les régressions finales.

La variable *FOROWN*

Définition – La propriété étrangère (ou le degré de pénétration) est définie le plus souvent dans le document de référence de l'OCDE comme étant une situation où « l'investissement étranger direct est supérieur à 50 % ». Ainsi, par exemple, « papier, Canada, 49,5 S » signifie que 49,5 % des ventes de l'industrie étaient attribuables à des filiales contrôlées de l'étranger à plus de 50 %.

Tableau A-1

La variable *CONCEN* dans l'industrie du papier, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974

	1963	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Belgique	58,5 E[9]	..	..	..	58,9[10]	56,5[10]	..	58,5[10]	..	55,3[10]	63,4*[10]
Canada	..	36,9[1]	..	..	35,9[2]	..	36,2[2]	..	34,5[2]	..	34,0*[2], 34,4[3]
France	26,0 E[4]	..	..	..	33,2[5]	..	..	..	..	..	32,7*[5]
Allemagne	30,7[6]	32,2[6]	..	36,5[6]	..	40,4[6]	..	..	40,0[7]	..	40,0*[7]
Italie	24,3[6]	24,6[6]	..	22,8[6]	..	23,2[6]	..	..	..	..	27,4*[5]
Japon	..	..	39,2[1]	..	..	..	..	..	..	..	43,8*[1]
Suède	..	42,0 VA*[1]	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Royaume-Uni	35,0 E[4]	..	..	..	50,6[8]	50,6[8]	49,7[8]	..	49,0[8]	..	49,0*[8]
États-Unis	..	..	24,0[1]	..	..	..	26,0[1]	..	24,0*[1]	..	..

1 Canada, Commission royale d'enquête sur les groupements de sociétés (1977), *Concentration Levels and Trends in the Canadian Economy, 1965-1973: A Technical Report*, étude n° 31, Ottawa, Approvisionnements et Services Canada.
2 Statistique Canada (1974), *Organisation des industries et concentration*, n° 31-402 (pâtes et papiers seulement).
3 Statistique Canada (1977), *Loi sur les déclarations des corporations et des syndicats ouvriers, Partie I—Corporations*, n° 61-210.
4 George, K. D. et Ward, T. S. (1973), *The Structure of Industry in the EEC*, Cambridge University Press, p. 46 (classification NICE, n° 271 seulement).
5 Communauté économique européenne (1979), *Eighth Report on Competition Policy*, Bruxelles, p. 196.
6 Communauté économique européenne (1974), *Tableaux de concentration : fabrication du papier*, Bruxelles, n° IV-45/1974, (classification NICE, n° 271 seulement).
7 Communauté économique européenne (1975), *Fifth Report on Competition Policy*, Bruxelles.
8 Communauté économique européenne (1975), *A Study of the Evolution of Concentration in the U.K. Paper Industry*, Bruxelles, n° IV-80/1975 (classification NICE, n° 271 seulement).
9 Phlips, Louis (1971), *Effects of Industrial Concentration*, Amsterdam, North Holland, tableaux A4 et A5 de l'annexe (classification NICE, n° 271 seulement).
10 Communauté économique européenne (1977), *Étude de l'évolution de la concentration dans le secteur de la pâte, du papier, et du carton en Belgique*, Bruxelles, tableaux de l'annexe.
SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-2

La variable *CONCEN* dans l'industrie des produits chimiques, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1975

	1963	1966	1968	1970	1972	1974	1975
Belgique	49,0E*[1]	..	..	..	..	..	..
Canada	..	..	..	50,2*[4]	48,3VA[4]	46,4VA[3]	25,9[2]
France	24,0E[5]	..	..	..	29,0*[10]	..	..
Allemagne	30,0[5]	..	..	27,2C3*[6]	..	..	..
Italie	35,0*[5]	..	..	..	..	..	..
Japon	..	..	..	27,7C6*[6]	..	..	..
Suède	..	53,0*[9]	..	..	..	..	..
Royaume-Uni	75,4C5[5]	..	78,9C5*[5]	..	..	..	..
États-Unis	..	..	..	42,0*[5]	..	..	..

1 Phlips, Louis (1971), *Effects of Industrial Concentration*, Amsterdam, North Holland.
2 Statistique Canada (1976 et 1977), *Loi sur les déclarations des corporations et des syndicats ouvriers, Partie I — Corporations*, n° 61-210.
3 Statistique Canada (1974), *Organisation des industries et concentration*, n° 31-402, tableau B.
4 *Ibid.*, tableau 2 (moyennes pondérées).
5 Jacquemin, A. P. et Jong, H. W. (1976), *Markets, Corporate Behaviour and the State*, La Haye, Nijhoff, p. 137 (pour la France, l'Allemagne et l'Italie), p. 129 (pour le Royaume-Uni) et p. 346 (pour les États-Unis).
6 Neumann, M., Bobel, I., Haid, A. (1979), «Profitability, Risk and Market Structure in West German Industries», *Journal of Industrial Economics*, vol. 27, pp. 227-242.
7 Baum, C. (1978), «Systematische Fehler», *Jahrbücher für Nationalökonomie*, vol. 193, pp. 30-53.
8 Imai, K. (1978), «Japan's Industrial Organization», *Japanese Economic Studies*, vol. 6, pp. 3-67.
9 Muller, J. et Hochreiter, R. (1977), *Stand der Konzentrazion in Deutschland*, Göttingen, Schwartz, p. 76.
10 OCDE (1976), *Multinational Enterprise : Penetration of Multinational Enterprises and Industrial Concentration*, Paris, n° DSTI/INDI/78-1 (2e révision), tableau 12 (produits chimiques de base seulement).
SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-3

La variable *CONCEN* dans l'industrie des produits pharmaceutiques, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1965-1974

	1965	1969	1970	1973	1974
Belgique	..	42,8[1]	..	41,9*[1]	..
Canada	21,2[5]	..	14,0*[8]	..	..
Danemark	..	..	..	68,0	..
France	..	..	..	20,0*[2]	..
Italie	..	32,3*[4]	..	..	..
Japon	..	23,6C3[7]	..	..	22,3*[8]
Suède	..	..	..	68,1*[9]	..
Royaume-Uni	..	29,5[3]	..	28,8*[3]	..
États-Unis	..	26,1[10]	..	27,8*[10]	..

1 Studia (1975), *Étude sur l'évolution de la concentration dans l'industrie pharmaceutique en Belgique*, Bruxelles, CEE.
2 Blunden, K. (1975), *Étude sur l'évolution de la concentration dans l'industrie pharmaceutique en France*, Bruxelles, CEE.
3 Heath, J. B. et coll. (1975), *A Study of the Evolution of Concentration in the Pharmaceutical Industry for the United Kingdom*, Bruxelles, CEE.
4 Ator (1973), *Tableaux de concentration, Pharmaceutique, Italie*, Bruxelles, CEE.
5 Canada, ministère de la Consommation et des Corporations (1971), «Concentration dans les industries manufacturières du Canada», Ottawa (le chiffre correspond au total pour les fabricants de produits pharmaceutiques et de médicaments).
6 OCDE (1977), *Impact of Multinational Enterprises on National Scientific and Technical Capacities: Pharmaceutical Industry*, Paris, décembre.
7 Nakao, T. (1979), «Profit Rates and Market Shares of Leading Industrial Firms in Japan», *Journal of Industrial Economics*, vol. 27, pp. 371-383.
8 OCDE (1977), *Impact of Multinational Enterprises*, p. 67 (les ventes des quatre plus grandes entreprises, divisées par «la production plus les importations moins les exportations»).
9 *Ibid.*, p. 66 (la part de la production des quatre plus grandes entreprises représente 68,1 % de la valeur totale de «la production plus les importations moins les exportations»).
10 Grabowski, H. G. et Vernon, J. M. (1976), «Structural Effects», dans *Essays on Industrial Organization in Honor of Joe S. Bain*, publié sous la direction de R. T. Masson et P. D. Qualls, Boston, Ballinger, pp. 181-205.
SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-4

La variable *CONCEN* dans l'industrie du caoutchouc et des plastiques, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974

	1963	1966	1967	1970	1972	1974
Belgique	38,0 E*[1]	..	..	..	..	..
Canada	..	..	..	..	40,3 VA*[2]	34,1 VA[2]
France	46,0 E*[3]	..	..	..	..	..
Allemagne	32,0 E[3]	..	34,5 C3[4]	33,9 C3*[4]	..	..
Italie	48,0 E*[3]	..	..	..	..	..
Japon	..	..	..	31,1*[5]	..	..
Suède	..	53,0*[7]	..	..	..	..
Royaume-Uni	35,0 E*[3]	..	..	..	..	..
États-Unis	..	..	..	32,0*[6]	..	..

1 Philips, Louis (1971), *Effects of Industrial Concentration*, Amsterdam, North Holland.
2 Statistique Canada (1974), *Organisation des industries et concentration*, n° 31-402.
3 George, K. D. et Ward, T. S. (1973), *The Structure of Industry in the EEC*, Cambridge, University Press (plastiques non inclus dans le cas du Royaume-Uni).
4 Muller, J. et Hochreiter, R. (1977), *Stand der Konzentrazion in Deutschland*, Göttingen, Schwartz.
5 Imai, K. (1978), «Japan's Industrial Organization», *Japanese Economic Studies*, vol. 6, pp. 3-67.
6 Jacquemin, A. P. et Jong, H. W. (1976), *Markets, Corporate Behaviour and the State*, La Haye, Nijhoff, p. 346.
7 Muller, J. et Hochreiter, R. (1977), *Stand der Konzentrazion* (dans le cas de la Suède, le taux de concentration dans l'industrie du caoutchouc et des plastiques n'étant pas disponible, nous avons utilisé le taux de concentration dans l'industrie chimique).
SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-5

La variable *CONCEN* dans l'industrie des métaux non ferreux, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974

	1963	1965	1967	1968	1970	1972	1974
Belgique	48,0 E*[1]	..	..	..	..	..	..
Canada	..	..	..	80,3[2]	..	77,8[2]	76,3*[2]
France	65,2[4]	..	..	..	..	..	42,1*[3]
Allemagne	..	30,2 C3[5]	32,1 C3[5]	..	31,5 C3[5]	..	29,7 C3*[6]
Italie	29,0 E*[1]	..	..	..	..	..	..
Japon	..	..	..	..	21,3 C6*[7]	..	..
Suède	..	..	41,6*[8]	..	..	..	..
Royaume-Uni	..	..	41,6*[8]	..	..	..	..
États-Unis	..	..	..	..	..	44,7*[9]	..

1 Phlips, Louis (1971), *Effects of Industrial Concentration*, Amsterdam, North Holland.
2 Statistique Canada (1974), *Organisation des industries et concentration*, nº 31-402.
3 OCDE (1978), *Multinational Enterprise : Penetration of Multinational Enterprise and Industrial Concentration*, nº DSTI/INDI/78-1 (2e révision), Paris.
4 Morvan, Yves (1972), *La concentration de l'industrie en France*, Paris, Colin p. 162.
5 Muller, J. et Hochreiter, R. (1977), *Stand der Konzentration in Deutschland*, Göttingen, Schwartz.
6 Baum, C. (1978), «Systematische Fehler», *Jahrbücher für Nationalökonomie*, vol. 193, pp. 30-53.
7 Imai; K. (1978), «Japan's Industrial Organization», *Japanese Economic Studies*, vol. 6, pp. 3-67 (C6 ou moins).
8 Aucune donnée disponible; (nous avons employé la valeur moyenne de l'échantillon).
9 Shepherd, W. G. (1975), *The Measurement of Market Power*, New York, Columbia University Press (seuls les ratios pour les métaux primaires étaient disponibles).

SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-6

La variable CONCEN dans l'industrie de la machinerie autre qu'électrique, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1975

	1963	1965	1967	1968	1970	1972	1974	1975
Belgique	41,0E*[1]	..	..	..	..	..	..	..
Canada	..	..	..	..	..	28,5 VA[2]	..	27,6*[3]
France	26,0 E*[4]	..	..	..	..	..	..	..
Allemagne	24,0 E*[4]	9,6 C3[10]	11,9 C3[10]	..	8,3 C3[10]	..	9,7 C3[11]	..
Italie	28,0 E*[4]	..	..	..	..	..	..	..
Japon	..	..	..	..	24,1 C6*[5]	..	..	..
Suède	35,0C8 VA*[6]	..	..	..	..	..	..	..
Royaume-Uni	49,7 C5[7]	..	..	53,9 C5*[7]	..	..	..	..
États-Unis	..	..	..	..	35,0[9]	37,6*[8]	..	..

1 Phlips, Louis (1971), *Effects of Industrial Concentration*, Amsterdam, North Holland.
2 Statistique Canada (1974), *Organisation des industries et concentration*, nº 31-402.
3 Statistique Canada (1977), *Loi sur les déclarations des corporations et des syndicats ouvriers, Partie I — Corporations*, nº 61-210.
4 Jacquemin, A. P. et Jong, H. W. (1976), *Markets, Corporate Behaviour and the State*, La Haye, Nijhoff, p. 137 (pour la France, l'Allemagne et l'Italie), p. 129 (pour le Royaume-Uni) et p. 346 (pour les États-Unis).
5 Imai, K. (1978), «Japan's Industrial Organization», *Japanese Economic Studies*, vol. 6, pp. 3-67.
6 Norgren, M. et Norgren, C. (1971), *Industrial Sweden*, Stockholm, Swedish Institute.
7 Shepherd, W. G. (1975), *The Measurement of Market Power*, New York, Columbia University Press, p. 202.
8 Muller, J. et Hochreiter, R. (1977), *Stand der Konzentration in Deutschland*, Göttingen, Schwartz, p. 76.
9 Baum, C. (1978), «Systematische Fehler», *Jarbücher für Nationalökonomie*, vol. 193, pp. 30-53.

SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-7

La variable *CONCEN* dans l'industrie de la machinerie électrique, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974

	1963	1965	1966	1968	1970	1972	1974
Belgique	81,0 E*[1]	..	..	..	..	..	..
Canada	..	..	..	..	..	58,1 VA[11]	58,9 VA*[11]
France	44,0 E*[2]	..	..	..	..	..	27,0[3]
Allemagne	39,0*[2]	34,6 C3[8]	..	..	39,0 C3[8]	..	30,8 C3[7]
Italie	18,0*[2]	..	..	..	..	..	..
Japon	..	..	..	..	45,3 C6*[4]	..	..
Suède	..	..	69,0*[5]	..	..	..	..
Royaume-Uni	66,4 C5[6]	..	..	75,9 C5*[6]	..	..	..
États-Unis	..	..	..	..	48,0[9]	43,0*[10]	..

1 Phlips, Louis (1971), *Effects of Industrial Concentration*, Amsterdam, North Holland.
2 Jacquemin, A. P. et Jong, H. W. (1976), *Markets, Corporate Behaviour and the State*, La Haye, Nijhoff, p. 137 (pour la France, l'Allemagne et l'Italie), p. 129 (pour le Royaume-Uni) et p. 346 (pour les États-Unis).
3 OCDE (1978), *Multinational Enterprise : Penetration of Multinational Enterprises and Industrial Concentration*, nº DSTI/INDI/78-1 (2e révision), Paris.
4 Imai, K. (1978), «Japan's Industrial Organization», *Japanese Economic Studies*, vol. 6, pp. 3-67 (C6 ou moins).
5 Muller, J. et Hochreiter, R. (1977), *Stand der Konzentrazion in Deutschland*, Göttingen, Schwartz, p. 76.
6 Baum, C. (1978), «Systematische Fehler», *Jarbücher für Nationalökonomie*, vol. 193, pp. 30-53.
7 Shepherd, W. G. (1975), *The Measurement of Market Power*, New York, Columbia University Press, p. 202.
8 Statistique Canada (1974), *Organisation des industries et concentration*, nº 31-402.
SOURCE Valeur retenue pour la régression finale.

Tableau A-8

La propriété étrangère en proportion du capital-actions (C), de l'emploi (E), de la production (O), des ventes (S) ou de la valeur ajoutée (VA), divers pays de l'OCDE, diverses années, 1967-1977

	Papier		Produits chimiques		Produits pharmaceutiques		Caoutchouc plastiques		Métaux non ferreux		Machinerie autre qu'électrique		Machinerie électrique	
	Année	Variable	Année	Variable	Année	Variable	Année	Variable	Année	Variable	Année	Variable	Année	Variable
Belgique	1968	8,4 E	1968	45,3 E	1972	76,0 S	1968	45,3 E	1968	20,1 E[1]	1968	20,1 E[1]	1968	20,1 E[1]
Canada	1972	49,5 S	1972	81,8 S	1973	84,7 S	1972	72,2 S	1973	36,1 O	1972	71,0 S	1972	87,1 VA
Danemark	..	..	..	..	1973	1,0 S	..	..	..	..	..	..	..	..
France	1974	14,5 S	1973	35,4 S	1973	37,8 S	1973	28,5 S	1974	16,4 S[2]	1973	20,5 S	1973	37,5 S
Allemagne	1972	1,0 S[3]	1970	35,8 C	..	..	1972	43,5 O	1970	9,8 C	1972	25,3 O[2]	1970	18,0 S
Italie	1973	18,9 O	1973	23,1 C	1973	44,5 S	1973	23,1 C	1973	8,6 C[5]	1973	24,8 C	1973	23,9[6]
Japon	1975	1,0 O	1974	5,3 S	1973	23,4 S	1974	24,1 S	1974	5,0 S	1974	5,4 S	1974	3,6 S
Suède	1973	4,3 O	1975	25,2 S	1973	1,0 S[7]	1975	25,2 O[4]	1973	9,8 O	1973	5,7 O[8]	1973	5,7 O[8]
Royaume-Uni	1973	4,7 O	1965	10,1 C	1973	63,7 S	1971	27,2 VA	1965	6,4 C	1973	8,3 S	1965	16,0 C
États-Unis	1974	2,4 S[9]	1974	9,1 C[9]	1973	16,0 S	1974	2,2 S[9]	1974	10,2 S[9]	1974	2,2 S[9]	1974	3,1 S[9]

1 Pour les métaux non ferreux, la machinerie autre qu'électrique et la machinerie électrique (catégories ISIC nº 37 et 38), un seul rapport commun est disponible.
2 La «pénétration étrangère» correspond à un investissement étranger direct de 20 % ou plus.
3 0,8 % arrondi à 1 % des entreprises de cette industrie appartiennent à des étrangers dans une proportion de 20 % ou plus.
4 Aucune donnée disponible, le ratio de l'industrie des produits chimiques a été employé.
5 L'industrie est simplement désignée «métallurgie».
6 La moyenne de l'échantillon.
7 Les pourcentages publiés (arrondis) pour les parts du marché desservies par des fournisseurs du pays et par les importations totalisent 100, mais le document de l'OCDE (1977, p. 71) rapporte que la part du marché intérieur desservie par des filiales étrangères est «très faible».
8 Le ratio pour la catégorie ISIC, nº 38, englobe l'industrie de la machinerie électrique et celle de la machinerie autre qu'électrique (catégorie ISIC nº 382 et 383).
9 Les chiffres proviennent du document de l'OCDE (1978), qui donne les ventes en dollars des filiales étrangères divisées par les ventes totales de l'industrie, à partir de divers recensements des établissements manufacturiers aux États-Unis.

SOURCE Exception faite de l'industrie des produits pharmaceutiques et à moins d'indication contraire dans les notes, les ratios de propriété étrangère proviennent du document de l'OCDE (1978), *Multinational Enterprise: Penetration of Multinational Enterprises and Industrial Concentration nº DSTI/INDI/78-5 à 78-1 (2e révision), échelle A, Paris. Cette série n'est disponible que sur demande.*

Les données du secteur pharmaceutique proviennent du document de l'OCDE (1977), Impact of Multinational Enterprises on National Scientific and Technical Capacities: Pharmaceutical Industry, Paris. Les chiffres pour la Belgique sont estimés à partir du document de la CEE. (1978), *Étude sur l'évolution de la concentration dans l'industrie pharmaceutique en Belgique*, Bruxelles, pp. 37-39 et 55; les entreprises pharmaceutiques sous contrôle étranger sont énumérées aux pp. 59-77.

Tableau A-9

Taux effectifs d'imposition variable (TAXBURDEN), divers pays de l'OCDE, 1968

Pays	Taux
Belgique	37,7
Canada	46,2
Danemark	35,0
Finlande	..
France	49,8
Allemagne	49,1
Italie	43,3
Japon	43,4
Suède	45,3
Royaume-Uni	43,4
États-Unis	46,0

SOURCE Bergsten, Horst et Moran (1978), tableau 6-2, pp. 186-189.

Tableau A-10

Importance de l'infrastructure scientifique (variable SCIBASE), divers pays de l'OCDE, diverses années, 1967-1977

	1967-1971	1973-1977
Belgique	6,0	7,3
Canada	5,8	5,3
Danemark	..	..
Finlande	..	..
France	9,2	9,8
Allemagne	10,6	12,2
Italie	3,6	4,5
Japon	8,2	10,4
Suède	7,9	8,7
Royaume-Uni	12,1	12,1
États-Unis	13,6	11,8

SOURCE OCDE, *Patterns of Resources Devoted to Research and Experimental Development in the OECD Area, 1963-1971*, Paris, 1975, tableau X, p. 96. (Les chiffres de la plupart des pays se rapportent à l'année 1970, mais dans certains cas, les données déclarées se rapportent aux années 1971 ou 1972. Dans les régressions, nous avons supposé que ces chiffres correspondaient aux années statistiques internationales 1967, 1969 et 1971.)

OCDE, Science and Technology Indicators Unit, *Science Resources/Newsletter No. 5*, été 1980, tableau 4, pp. 12-13. (La plupart des pays ont fourni des données se rapportant à 1977 mais, dans certains cas, elles peuvent se rapporter à 1976 ou 1978. Dans les régressions, nous avons supposé que ces chiffres correspondaient aux années statistiques internationales 1973, 1975 et 1977.)

***La variable** TAXBURDEN*

Définition – Impôts sur le revenu versés aux gouvernements des pays hôtes par des filiales de sociétés américaines ayant des activités à l'étranger. Comprend « l'impôt sur le revenu réalisé à l'étranger » plus « la retenue fiscale acquittée à l'étranger ». Impôts déclarés pour 100 dollars de revenu imposable en 1968.

***La variable** SCIBASE*

Définition – La main-d'œuvre totale, affectée à des activités de recherche et de développement dans tous les secteurs de l'économie et exprimée en équivalents de main-d'œuvre à plein temps, en pourcentage de la population active dans chacun des pays retenus.

***La variable** GOVCONT*

Définition – Rapport entre la valeur des activités de recherche et de développement du secteur commercial financées par des sources gouvernementales et la valeur totale du financement de toutes provenances de la recherche et du développement exécutés par le secteur commercial (fonds internes, autres entreprises, financement étranger, aide d'organismes privés sans but lucratif ou contribution des gouvernements).

Source – OCDE, Direction des sciences, de la technologie et de l'industrie, *International Survey of the Resources Devoted to R&D*, volume 1, Secteur des entreprises commerciales (données relatives aux années statistiques internationales 1967, 1969, 1971, 1973 et 1975) et rapports par pays et tableaux internationaux préliminaires (portant sur l'année statistique internationale 1977), tableau de la répartition de la recherche et du développement selon la provenance des fonds, Paris, diverses années.

Liste des tableaux et figure

Tableaux

2-1 Comparaison entre la taille du marché et l'intensité de la recherche, divers pays de l'OCDE, 1971 7

2-2 Comparaison entre la taille du marché et l'intensité de la recherche, divers pays de l'OCDE, 1977 8

2-3 Comparaison entre l'intensité des activités de défense et celle des activités de recherche, divers pays de l'OCDE, 1971 8

2-4 Comparaison entre l'intensité des activités de défense et celle des activités de recherche, divers pays de l'OCDE, 1977 8

2-5 Comparaison entre la part des dépenses brutes pour la recherche et le développement provenant de sources autres que les entreprises et l'effort global de recherche, divers pays de l'OCDE, 1971 9

2-6 Comparaison entre la part des dépenses brutes pour la recherche et le développement provenant de sources autres que les entreprises et l'effort global de recherche, divers pays de l'OCDE, 1977 9

3-1 Comparaison des dépenses de l'industrie au titre de la recherche et du développement en proportion du produit intérieur brut, divers pays de l'OCDE, 1973 11

3-2 Dépenses projetées et observées pour la recherche et le développement au Canada, par secteur, 1971, 1973 et 1975 12

6-1 Régressions portant sur l'industrie du papier, Canada et France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 38

6-2 Comparaison des niveaux prévus et observés de l'intensité de la recherche et du développement dans sept industries, Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 39

6-3 Test d'aberrance dans sept industries, Canada, 1967-1977 41

6-4 Régressions portant sur l'industrie des produits chimiques, Canada, France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 42

6-5 Régressions portant sur l'industrie des produits pharmaceutiques, Canada, Belgique, France, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 43

6-6 Régressions portant sur l'industrie du caoutchouc et des plastiques, Canada, France (1967), Allemagne (sauf 1971), Italie (sauf 1967 et 1969), Japon (sauf 1969 et 1975), Suède (sauf 1967 et 1969), Royaume-Uni (sauf 1975 et 1977) et États-Unis (sauf 1975 et 1977), années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 44

6-7 Régressions portant sur l'industrie des métaux non ferreux, Canada, Belgique (sauf 1969, 1975 et 1977), Allemagne, Italie (sauf 1967), Japon, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 45

6-8 Régressions portant sur l'industrie de la machinerie autre qu'électrique, Canada, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 46

6-9 Régressions portant sur l'industrie de la machinerie électrique, Canada, France, Allemagne, Italie, Japon, Suède, Royaume-Uni (sauf 1977) et États-Unis, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 47

6-10 Comparaison des signes des coefficients des régressions de prévision et de leur signification statistique pour sept industries, divers pays de l'OCDE, années statistiques internationales 1967-1977 47

7-1 Comparaison des signes des coefficients des équations de prévision et de leur signification statistique pour sept industries, divers pays de l'OCDE incluant le Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 52

7-2 Comparaison des intensités prévue et observée de la recherche et du développement dans sept industries, Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 54

7-3 Classification des sept industries en fonction de l'intensité prévue de la recherche et du développement, Canada, années statistiques internationales 1967-1977 de l'OCDE 56

A-1 La variable *CONCEN* dans l'industrie du papier, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974 61

A-2 La variable *CONCEN* dans l'industrie des produits chimiques, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1975 61

A-3 La variable *CONCEN* dans l'industrie des produits pharmaceutiques, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1965-1974 62

A-4 La variable *CONCEN* dans l'industrie du caoutchouc et des plastiques, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974 62

A-5 La variable *CONCEN* dans l'industrie des métaux non ferreux, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974 63

A-6 La variable *CONCEN* dans l'industrie de la machinerie autre qu'électrique, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1975 63

A-7 La variable *CONCEN* dans l'industrie de la machinerie électrique, divers pays de l'OCDE, diverses années, 1963-1974 64

A-8 La propriété étrangère en proportion du capital-actions (C), de l'emploi (E), de la production (O), des ventes (S) ou de la valeur ajoutée (VA), divers pays de l'OCDE, diverses années, 1967-1977 64

A-9 Taux effectifs d'imposition variable (*TAXBURDEN*), divers pays de l'OCDE, 1968 65

A-10 Importance de l'infrastructure scientifique (variable *SCIBASE*), divers pays de l'OCDE, diverses années, 1967-1977 65

Figure

1-1 Structure causale de l'innovation 4

Bibliographie

ARROW, K. J. (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention », paru dans *The Rate and Direction of Inventive Activity*, ouvrage publié sous la direction de R. R. Nelson, National Bureau of Economic Research, Princeton, Princeton University Press.

BAILEY, M. (1972), « Research and Development Cost and Returns: The U.S. Pharmaceutical Industry », *Journal of Political Economy*, vol. 80, pp. 70-85.

BERGSTEN, C. F., HORST T. et MORAN, T. H. (1978), *American Multinationals and American Interests*, Washington (D.C.), The Brookings Institution.

BONES, H. P. (1979), « Are Foreign Subsidiaries More Innovative? », *Canadian Business Review*, vol. 6, pp. 15-18.

BRANCH, B. (1974), « Research and Development Activity and Profitability: A Distributed Lag Analysis », *Journal of Political Economy*, vol. 82, pp. 999-1011.

BRETON, A. (1974), *Le fondement théorique d'une stratégie industrielle*, Conseil économique du Canada, Ottawa, Information Canada.

BRITTON, J. W. H. et GILMOUR, J. M. (1978), *Le maillon le plus faible – l'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada*, Conseil des sciences du Canada, étude de documentation nº 43, Approvisionnements et Services Canada.

BROWN, W. H. (1957), « Innovation in the Machine Tool Industry », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 71, pp. 406-425.

BUCHANAN, Judd, ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, « Mesures visant à renforcer et à encourager la recherche et le développement au Canada », notes pour une allocution à la Chambre des communes, Ottawa, le 1er juin.

CAPRON, W. M. (éd)., (1971), *Technological Change in Regulated Industries*, Washington (D.C.), The Brookings Institution.

CASSON, M. (1979), *Alternatives to the Multinational Enterprises*, New York, Holmes and Meier.

CAVES, R. E. (1971), « International Corporations: The Industrial Economics of Foreign Investment », *Economica*, vol. 38, pp. 1-27.

———, PORTER M. E. et SPENCE, M. (1980), *Competition in the Open Economy: A Model Applied to Canada*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

CHAND, U. K. Ranga (1978), « Does R & D Boost Industrial Growth? », *Canadian Business Review*, vol. 5, pp. 27-31.

COMANOR, W. S. (1967), « Market Structure, Product Differentiation, and Industrial Research », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 81, pp. 639-657.

Conseil des sciences du Canada (1980), *Rapport annuel 1980*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa.

Conseil national de recherches du Canada (1980), « Un investissement urgent – plan à long terme pour le Conseil national de recherches du Canada », Ottawa.

DASGUPTA, P. et STIGLITZ J. (1980), « Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity », *Economic Journal*, vol. 90, pp. 266-293.

DE MELTO, D. P., MCMULLEN K. E. et WILLS, R. M. (1980), « Preliminary Report: Innovation and Technological Change in Five Canadian Industries », Conseil économique du Canada, Document nº 176, Ottawa.

DEMSETZ, H. (1969), « Information and Efficiency: Another Viewpoint », *Journal of Law and Economics*, vol. 12, pp. 1-22.

DENISON, E. F. (1962), *The Sources of Economic Growth in the United States*, New York, Committee for Economic Development.

DE WOOT, P. et HEYVAERT, H. (1979), « Management stratégique et performance économique », *Économies et sociétés*, pp. 509-537.

ELLIOTT, J. W. (1971), « Funds Flow vs. Expectational Theories of Research and Development Expenditures in the Firm », *Southern Economic Journal*, vol. 37, pp. 409-422.

FREEMAN, C. (1979), « Technical Innovation and British Trade Performance », dans Frank Blackaby (éd.), *De-industrialization*, Londres, Heinemann.

FRUM, Barbara (1980), *CBC Quarterly Report*, décembre.

GELLMAN, A. (1971), « Surface Freight Transportation », paru dans *Technological Change in Regulated Industries*, publié sous la direction de W. M. Capron, Washington (D.C.), The Brookings Institution.

GLOBERMAN, S. (1972), « The Empirical Relationship between R & D and Industrial Growth in Canada », *Applied Economics*, vol. 4, pp. 181-195.

——— (1973), « Market Structure and R & D in Canadian Manufacturing Industries », *Quarterly Review of Economics and Business*, vol. 13, pp. 59-68.

GRABOWSKI, H. G. (1968), « The Determinants of Industrial Research and Development: A Study of the Chemical, Drug and Petroleum Industries », *Journal of Political Economy*, vol. 76, pp. 292-306.

———, VERNON , J. et THOMAS, L. (1978), « Estimating the Effects of Regulation on Innovation: An International Comparative Analysis of the Pharmaceutical Industry », *Journal of Law and Economics*, vol. 21, pp. 133-163.

GRILICHES, Z. (1964), « Research Expenditures, Education, and the Aggregate Agricultural Production Function », *American Economic Review*, vol. 54, pp. 961-974.

——— (1973), « Research Expenditures and Growth Accounting », dans B. R. Williams (éd.), *Science and Technology in Economic Growth*, Londres, Macmillan.

——— (1979), « Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth », *Bell Journal of Economics*, vol. 10, pp. 92-116.

——— (1980), « Returns to Research and Development Expenditures in the Private Sector », paru dans *New Developments in Productivity Measurement*, publié sous la direction de J. W. Kendrick et B. Vaccara, National Bureau of Economic Research, Studies in Income and Wealth, nº 44, Chicago, University of Chicago Press.

——— et SCHMOOKLER, J. (1963), « Inventing and Maximizing », *American Economic Review*, vol. 53, pp. 725-729.

GRUBER, W., MEHTA, D. et VERNON, R., (1967), « The R & D Factor in International Trade and International Investment of the United States Industries », *Journal of Political Economy*, vol. 75, pp. 20-37.

HANEL, P. (1976), « The Relationship between the R & D Activity of Canadian Manufacturing Industries and Their Performance in the International Market », ministère de l'Industrie et du commerce, Programme des études sur les innovations techniques, rapport de recherche nº 40, Ottawa.

HANSEN, R. W. (1977), « Regulation and Pharmaceutical Innovation: A Review of the Literature on Monetary Measures of Costs and Benefits », Discussion Paper GPB 77-9. Rochester, Université de Rochester, École supérieure d'administration.

HOWE, J. D. et MCFETRIDGE, D. G. (1976), « The Determinants of R & D Expenditures », *Revue canadienne d'économique*, vol. 9, pp. 57-71.

JOHNSTON, J. (1972), *Econometric Methods*, 2e éd., New York, McGraw-Hill.

KAMIEN, M. I. et SCHWARTZ, N. L., (1975), « Market Structure and Innovation: A Survey », *Journal of Economic Literature*, vol. 13, pp. 1-37.

KENDRICK, J. W. avec la collaboration de LETHEM, Y. et ROWLEY, J. 1976), *The Formation and Stocks of Total Capital*, Étude nº 100, National Bureau of Economic Research, New York, Columbia University Press.

KENDRICK, J. W. et VACCARA, B. N. (éd.), (1980), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, National Bureau of Economic Research, Studies in Income and Wealth, nº 44, Chicago, University of Chicago Press.

LINDA, R. (1976), *Methodology of Concentration Analysis Applied to the Study of Industries and Markets*, Bruxelles, Commission des communautés européennes.

LITHWICK, N. H. (1969), *Canada's Science Policy and the Economy*, London, Methuen.

LOURY, G. C. (1979), « Market Structure and Innovation », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 93, pp. 395-410.

MACAVOY, P. et SLOSS, J. (1967), *Regulation of Transport Innovation: The ICC and Unit Coal Trains to the East Coast*, New York, Random House.

MCFETRIDGE, D. G. (1977), *Government Support of Scientific Research and Development: An Economic Analysis*, Ontario Economic Council, Étude nº 8, Toronto, University of Toronto Press.

MANSFIELD, E. (1972), « R & D's Contribution to the Economic Wealth of the Nation », *Research Management*, vol. 15, pp. 31-46.

——— (1980), « Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing », *American Economic Review*, vol. 70, pp. 863-873.

———, RAPOPORT, J., ROMEO, A., WAGNER, S. et BEARDSLEY, G. (1977), « Social and Private Rates of Returns from Industrial Innovations », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 91, pp. 221-240.

MINASIAN, J. (1969), « Research and Development, Production Functions and Rates of Return », *American Economic Review*, vol. 59, pp. 80-85.

Ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (1978*a*), « La recherche et le développement industriels au Canada », Document nº 2, Ottawa.

——— (1978*b*), « L'importation de la recherche et du développement, 1974-1976 », Document nº 3, Ottawa.

——— (1979), « La recherche et le développement dans l'industrie manufacturière canadienne et de propriété étrangère », Document nº 9, Ottawa.

——— (1981), « La planification, la programmation et les politiques en matière de recherche et de développement », Document nº 13, Ottawa.

NADIRI, M. I. (1979), « Contributions and Determinants of Research and Development Expenditures in the U.S. Manufacturing Industries », National Bureau of Economic Research, Document de travail nº 360, Cambridge (Mass.).

NISKANEN, W. (1967), « The Peculiar Economics of the Bureaucracy », *American Economic Review*, vol. 57, pp. 293-305.

Organisation de coopération et de développement économiques, *Année statistique internationale*, Paris, publication annuelle.

———, *International Survey of Resources Devoted to R&D*, Paris, publication bi-annuelle.

——— (1976), *La mesure des activités scientifiques et techniques*, « Manuel de Frascati », Paris.

——— (1978), *Problems of Establishing and Comparing the R&D Intensities of Industries*, DSTI/SPR/78-44, Paris.

PAKES, A. (1978), « Economic Incentives in the Production and Transmission of Knowledge: An Empirical Analysis », thèse de doctorat, Université Harvard.

——— et SHANKERMAN, M. (1980), « An Exploration into the Determinants of Research Intensity », National Bureau of Economic Research, Document de travail nº 438, Cambridge (Mass.).

PALDA, K. S. et PAZDERKA, B. (1980), « Background to a Target: An International Comparison of the Canadian Pharmaceutical Industry's R & D Intensity », ministère de l'Industrie et du commerce, Programme des études sur les innovations techniques, Rapport de recherches nº 71, Ottawa.

PARRY, T. G. et WATSON, J. F. (1979), « Technology Flows and Foreign Investment in the Australian Manufacturing Sector », *Australian Economic Papers*, vol. 18, pp. 103-118.

PAVITT, K. (1979), « Technological Innovation and Industrial Development », *Futures*, vol. 11, pp. 458-470.

——— (éd.), (1980), *Technical Innovation and British Economic Performance*, Sussex, Science Policy Research Unit.

PELTZMAN, S. (1973), « An Evaluation of Consumer Protection Legislation: The 1962 Drug Amendments », *Journal of Political Economy*, vol. 81, pp. 1-27.

RASMUSSEN, J. A. (1973), « Applications of a Model of Endogenous Technical Change to U.S. Industry Data », *Review of Economic Studies*, vol. 40, pp. 225-238.

ROBERTS, J., ministre d'État aux Sciences et à la Technologie (1980), « Discours », ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, Ottawa, le 5 mai.

——— (1981), « Discours », ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, Ottawa, le 19 janvier.

SAFARIAN, A. E. (1966), *Foreign Ownership of Canadian Industry*, Toronto, McGraw-Hill.

SCHERER, F. M. (1965), « Firm Size, Market Structure, and the Output of Patented Inventions », *American Economic Review*, vol. 55, pp. 1097-1126.

——— (1967), « Market Structure and the Employment of Scientists and Engineers », *American Economic Review*, vol. 57, pp. 524-530.

——— (1980), *Industrial Market Structure and Economic Performance*, 2e éd., Chicago, Rand McNally.

SCHMOOKLER, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

SCHUMPETER, J. (1950), *Capitalism, Socialism and Democracy*, 2e éd., Londres, Allen and Unwin.

SCHWARTZMAN, D. (1976), *Innovation in the Pharmaceutical Industry*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.

SHERMAN, R. (1974), *The Economics of Industry*, Boston, Little, Brown.

SHRIEVES, R. E. (1978), « Market Structure and Innovation: A New Perspective », *Journal of Industrial Economics*, vol. 26, pp. 329-347.

STIGLER, G. (1971), « The Theory of Economic Regulation », *Bell Journal of Economics and Management Science* vol. 2, pp. 3-21.

SOLOW, R. (1957), « Technical Change and the Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, pp. 312-320.

WILLIAMS, B. R. (éd.), (1973), *Science and Technology in Economic Growth*, Londres, Macmillan.

WOLF, C. (1979), « A Theory of Nonmarket Failure: Framework for Implementation Analysis », *Journal of Law and Economics*, vol. 22, pp. 107-140.

WONNACOTT, P. et WONNACOTT, R. J. (1980), « The Tariff-Foreign Ownership-Technology Nexus: Toward a Less Truncated Theory of Canadian Industrial Truncation », Université Western Ontario, Document nº 8013, London, Ontario.

United States, Arms Control and Disarmament Agency (1979), *World Military Expenditures and Arms Transfers, 1968-1977*, Washington (D.C.), Government Printing Office.